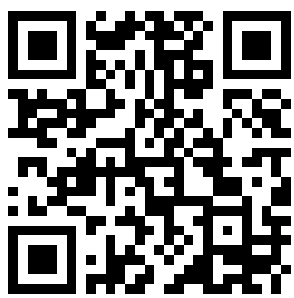
This is a reproduction of a library book that was digitized by Google as part of an ongoing effort to preserve the information in books and make it universally accessible.

Google™ books

https://books.google.com



Informazioni su questo libro

Si tratta della copia digitale di un libro che per generazioni è stato conservata negli scaffali di una biblioteca prima di essere digitalizzato da Google nell'ambito del progetto volto a rendere disponibili online i libri di tutto il mondo.

Ha sopravvissuto abbastanza per non essere più protetto dai diritti di copyright e diventare di pubblico dominio. Un libro di pubblico dominio è un libro che non è mai stato protetto dal copyright o i cui termini legali di copyright sono scaduti. La classificazione di un libro come di pubblico dominio può variare da paese a paese. I libri di pubblico dominio sono l'anello di congiunzione con il passato, rappresentano un patrimonio storico, culturale e di conoscenza spesso difficile da scoprire.

Commenti, note e altre annotazioni a margine presenti nel volume originale compariranno in questo file, come testimonianza del lungo viaggio percorso dal libro, dall'editore originale alla biblioteca, per giungere fino a te.

Linee guide per l'utilizzo

Google è orgoglioso di essere il partner delle biblioteche per digitalizzare i materiali di pubblico dominio e renderli universalmente disponibili. I libri di pubblico dominio appartengono al pubblico e noi ne siamo solamente i custodi. Tuttavia questo lavoro è oneroso, pertanto, per poter continuare ad offrire questo servizio abbiamo preso alcune iniziative per impedire l'utilizzo illecito da parte di soggetti commerciali, compresa l'imposizione di restrizioni sull'invio di query automatizzate.

Inoltre ti chiediamo di:

+ *Non fare un uso commerciale di questi file* Abbiamo concepito Google Ricerca Libri per l'uso da parte dei singoli utenti privati e ti chiediamo di utilizzare questi file per uso personale e non a fini commerciali.

+ *Non inviare query automatizzate* Non inviare a Google query automatizzate di alcun tipo. Se stai effettuando delle ricerche nel campo della traduzione automatica, del riconoscimento ottico dei caratteri (OCR) o in altri campi dove necessiti di utilizzare grandi quantità di testo, ti invitiamo a contattarci. Incoraggiamo l'uso dei materiali di pubblico dominio per questi scopi e potremmo esserti di aiuto.

+ *Conserva la filigrana* La "filigrana" (watermark) di Google che compare in ciascun file è essenziale per informare gli utenti su questo progetto e aiutarli a trovare materiali aggiuntivi tramite Google Ricerca Libri. Non rimuoverla.

+ *Fanne un uso legale* Indipendentemente dall'utilizzo che ne farai, ricordati che è tua responsabilità accertati di farne un uso legale. Non dare per scontato che, poiché un libro è di pubblico dominio per gli utenti degli Stati Uniti, sia di pubblico dominio anche per gli utenti di altri paesi. I criteri che stabiliscono se un libro è protetto da copyright variano da Paese a Paese e non possiamo offrire indicazioni se un determinato uso del libro è consentito. Non dare per scontato che poiché un libro compare in Google Ricerca Libri ciò significhi che può essere utilizzato in qualsiasi modo e in qualsiasi Paese del mondo. Le sanzioni per le violazioni del copyright possono essere molto severe.

Informazioni su Google Ricerca Libri

La missione di Google è organizzare le informazioni a livello mondiale e renderle universalmente accessibili e fruibili. Google Ricerca Libri aiuta i lettori a scoprire i libri di tutto il mondo e consente ad autori ed editori di raggiungere un pubblico più ampio. Puoi effettuare una ricerca sul Web nell'intero testo di questo libro da `http://books.google.com`

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

LE OPERE

DI

ALESSANDRO VOLTA

EDIZIONE NAZIONALE

VOLUME PRIMO

UNIV. OF CALIFORNIA

ULRICO HOEPLI
EDITORE-LIBRAIO DELLA REAL CASA
MILANO
—
1918

Digitized by Google

UNIV. OF
CALIFORNIA

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

LE OPERE

DI

ALESSANDRO VOLTA

Digitized by Google

Digitized by Google

UNIV. OF
CALIFORNIA

Digitized by Google

ALEXANDER . VOLTA .
IN . RE . ELECTRICA . PRINCEPS .
VIM . RAIAE . TORPEDINIS . MEDITATVS .
NATVRAE . INTERPRES . ET . AEMVLVS

Digitized by Google

LE OPERE

DI

ALESSANDRO VOLTA

EDIZIONE NAZIONALE

SOTTO GLI AUSPICI

DELLA REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

E DEL REALE ISTITUTO LOMBARDO DI SCIENZE E LETTERE

VOLUME PRIMO

UNIV. OF
CALIFORNIA

ULRICO HOEPLI

EDITORE-LIBRAIO DELLA REAL CASA

MILANO

1918

Digitized by Google

QC517
V6
1718
v.1

PROPRIETÀ LETTERARIA

LIBRI DI
CALIFORNIA

MILANO — TIPOGRAFIA UMBERTO ALLEGRETTI — VIA ORTI, 2.

Digitized by Google

COMMISSIONE DELLA REALE ACCADEMIA DEI LINCEI E DEL REALE ISTITUTO LOMBARDO DI SCIENZE E LETTERE PER L'EDIZIONE NAZIONALE DELLE OPERE DI ALESSANDRO VOLTA.

Prof. PIETRO BLASERNA, SENATORE DEL REGNO

Prof. GIOVANNI CELORIA, SENATORE DEL REGNO

Prof. ANDREA NACCARI

Prof. CARLO SOMIGLIANA

† Prof. ALESSANDRO VOLTA, junior

Prof. VITO VOLTERRA, SENATORE DEL REGNO

Questo Volume fu ordinato e curato da:

† DOTT. ADOLFO SOZZANI

DOTT. LUIGI VOLTA.

7.7615

Digitized by Google

Digitized by Google

AL LETTORE

NELLA storia delle scienze fisiche, dopo le sublimi intuizioni di Leonardo, due grandi italiani hanno dominato col loro genio la scienza dei tempi nei quali sono vissuti: Galileo Galilei, l'instauratore del metodo sperimentale, Alessandro Volta, che dalla corretta applicazione dei principii galileani trasse la pila, invenzione che segna l'inizio d'una nuova epoca nella storia della scienza e dell'umanità.

Era giusto e doveroso che il nostro paese, affermatosi come nazione sopra tutto per fondamentali contributi allo sviluppo del sapere e della civiltà, documentasse in modo compiuto e definitivo l'opera di quei grandi in faccia al mondo. L'edizione nazionale delle opere di Galileo ha assolto il compito verso il grande italiano del secolo XVII. La presente edizione deve assolvere un compito eguale per Alessandro Volta. Essa ha avuto origine principalmente da due voti di congressi scientifici, che conviene ricordare per gratitudine perenne verso coloro che li hanno provocati.

Il congresso internazionale degli Elettricisti tenutosi a Como nel 1899, per celebrare il centenario della invenzione della pila, in seguito ad una relazione del prof. A. Volta, nipote del Grande, approvava il seguente ordine del giorno (1), proposto da Giuseppe Colombo ed Augusto Righi:

« *Il primo Congresso Nazionale degli Elettricisti fa voti che il* « *Governo voglia prendere in benevola considerazione l'opportunità di* « *riunire in un'unica pubblicazione tutte le opere di Alessandro Volta,* « *continuando così l'iniziativa da lui presa colla pubblicazione delle* « *opere di Galileo* ».

(1) *Atti della Associazione elettrotecnica italiana*. Vol. III. Fascicolo unico. Dicembre 1899. Milano, 1900.

Digitized by Google

Pochi anni dopo la sezione storico-scientifica del congresso internazionale di scienze storiche, tenutosi in Roma nel 1903, formulava quest'altro voto (1):

« *La sezione VIII del Congresso storico, ricordando il voto espresso* « *dal Congresso internazionale degli Elettricisti, confida che la R. Ac-* « *cademia dei Lincei ed il R. Istituto Lombardo possano accordarsi per* « *trovare prontamente i mezzi opportuni per la pubblicazione delle Opere* « *scientifiche di Alessandro Volta.*

L'on. Paolo Carcano, allora ministro del tesoro, con elevato sentimento d'italiano e di concittadino di Alessandro Volta, accoglieva il voto del Congresso storico, e dava il suo appoggio ad una convenzione, che, secondo il concetto espresso da quel voto, incaricava la R. Accademia dei Lincei ed il R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere di curare e dirigere l'edizione nazionale delle opere di Alessandro Volta e stabiliva il contributo governativo occorrente. La convenzione fu poi definitivamente approvata essendo ministro del tesoro l'on. Luigi Rava, che ne dava partecipazione al presidente dell'Istituto Lombardo con lettera del 4 ottobre 1909.

Fu allora costituita una commissione per la raccolta dei materiali e la loro pubblicazione, di cui furono membri per l'Accademia dei Lincei: il Sen. Pietro Blaserna, il Sen. Vito Volterra; per l'Istituto Lombardo: il Sen. Giovanni Celoria, il Prof. Alessandro Volta, il Prof. Carlo Somigliana. A questi si aggiunse qualche tempo dopo il Prof. Andrea Naccari dell'Università di Torino.

È pur doveroso che qui ricordiamo il Prof. Pietro Riccardi, il quale nelle Memorie della R. Accademia di Scienze, Lettere ed Arti di Modena fino dal 1877, riconoscendo come fosse incompleta l'unica collezione esistente al suo tempo delle memorie scientifiche voltiane, quella dell'Antinori, per primo caldeggiò pubblicamente l'idea che se ne facesse una raccolta generale.

COLLEZIONE ANTINORI.

Assorbito dal suo intenso lavoro di ricerca, il Volta non pensò mai a raccogliere ed ordinare le sue numerose pubblicazioni; e nemmeno negli anni della sua florida vecchiezza quando le ricerche aveva abbandonato; forse altre cure lo tenevano. Ma un benemerito italiano, giovane patrizio fiorentino di profonda coltura, il marchese Vincen-

(1) *Atti del Congresso internazionale di scienze storiche.* Vol. XII. Sezione VIII: Storia delle scienze fisiche, matematiche, naturali e mediche. Roma 1904.

Digitized by Google

zio Antinori (1), spinto da un nobile sentimento d'italianità, tanto più commendevole in quei tempi, in cui ogni spirito patriottico veniva sopraffatto dall'invadenza straniera, ebbe l'idea di raccogliere e pubblicare le opere del sommo fisico. « *Si direbbe a ragione*, egli scrive al Volta in una lettera dell'11 luglio 1815, *che poco, o nulla io curassi i progressi delle scienze e l'onore della nostra Italia, se dopo aver letto le di lei memorabili scoperte, sparse in differenti Giornali, non mi fosse nato in mente il pensiero di riunirle tutte e così riunite presentarle al pubblico e facilitarne la lettura; ma questa taccia di noncuranza non mi si perviene per nessun conto, giacchè, appena ebbi letti i primi suoi opuscoli, io concepj il progetto di ristamparli riuniti e fin da quel punto mi accinsi ad incominciare la Collezione, la quale sarà, nel suo genere, per certo gradita ed ammirata, quanto le Collezioni delle opere del Galileo e del Newton* ».

Nel 1817 la *Collezione dell'Opere di Alessandro Volta, patrizio comasco*, dovuta all'Antinori, era compiuta, ed usciva in tre tomi, di cui i primi due divisi in due volumi; ed egli ne inviava un esemplare al Volta con lettera in data 28 agosto 1817, pur deplorandone alcune lacune, e specialmente deplorando il fatto di non aver avuto dal Volta scritti inediti, nonostante ripetuti affidamenti. Forse il Volta era dubbioso di concedere alla pubblicità i molti scritti scientifici inediti che possedeva; difatti ancora parecchi anni dopo, nel 1823, l'Antinori insisteva per ottenere lavori non dati alle stampe e farne un tomo di aggiunte alla collezione delle opere (2).

È quindi naturale che la nobile impresa dell'Antinori non riuscisse compiuta come era desiderabile. Chiunque abbia un'idea della vasta produzione scientifica del fisico comasco, può facilmente vedere quanto siano in confronto scarsi i cinque non grossi volumi stampati a Firenze. E non solo l'Antinori non ebbe lavori inediti, ma non riuscì a procurarsi nemmeno tutti quelli già pubblicati, come egli stesso rammenta nelle sue lettere al Volta. « *Mi rincresce* — egli scrive « nella già citata lettera del 28 agosto 1817 — *che questa Collezione* « *non possa dirsi totalmente completa. Ella è mancante di due Opu-* « *scoli, di quello* Sulla possibilità di una accensione spontanea, *e del-*

(1) Il march. VINCENZIO ANTINORI nacque in Firenze il 25 febbraio 1794 e vi morì il 22 luglio 1865. Si occupò specialmente di fisica e lasciò lavori scientifici su vari argomenti; scrisse una necrologia di Alessandro Volta ed un elogio di Leopoldo Nobili. Fu accademico della Crusca e le sue opere furono pubblicate in un volume da Marco Tabarrini: *Scritti editi e inediti di Vincenzio Antinori;* Firenze, Barbera, 1868.

(2) Lettera di V. ANTINORI al Volta in data 27 luglio 1823 (N. 86 in Cart. Volt.).

Digitized by Google

« *l'altro intitolato:* Proposizioni ed esperienze di Aerologia, ecc.*: ma* « *ciò non è per mia colpa, io ho avuto ricorso all'Autore stesso come* « *si ricorderà; ed Ella non ha potuto soddisfarmi* ».

Ma altre ed assai più gravi sono le lacune della collezione Antinori. Essa contiene infatti, all'infuori di alcune memorie fondamentali tratte dalle *Philosophical Transactions* di Londra e dalla *Bibliothèque britannique des sciences et des arts*, soltanto lavori stampati in periodici italiani, e nemmeno questi intieramente. Mancano quindi del tutto i lavori voltiani pubblicati nel *Journal de Physique* del Rozier, nel *Journal de Chimie et de Physique* del Van Mons di Bruxelles, nel *Bulletin des Sciences de la Societé Philomatique* di Parigi, nel *Neues Journal der Physik* del Gren di Halle.

Altre memorie e lettere di grande importanza scientifica non poterono esser pubblicate dall'Antinori, perchè conosciute in tempo assai posteriore. Così la monografia che porta il titolo: *L'identità del fluido elettrico col così detto fluido galvanico vittoriosamente dimostrata con nuove esperienze* (Pavia, 1814) fu resa pubblica dal P. Pietro Configliacchi, senza indicare chiaramente chi ne fosse l'autore, cosicchè da alcuni (compreso Cesare Cantù) fu attribuita allo stesso Configliacchi; solo nel 1860 il prof. Magrini potè assodare che era opera esclusiva del Volta, come aveva già asserito Angelo Bellani. Ed è opera di importanza capitale, poichè riassume in modo esauriente tutte le idee voltiane nella celebre controversia col Galvani ed i suoi allievi, controversia dalla quale il Volta doveva uscire trionfalmente vittorioso, giungendo alla sua massima scoperta. Fra i manoscritti dell'Istituto Lombardo si è rinvenuta una continuazione di questa memoria, che vedrà la luce per la prima volta in questa edizione. Essa è di grande interesse in quanto riguarda le azioni chimiche e fisiche della pila, che il Volta studia dal punto di vista della sua teoria.

RICERCHE RECENTI DI MANOSCRITTI VOLTIANI.

Le stesse ricerche da noi istituite per questa edizione delle opere voltiane condussero alla preziosa scoperta di una raccolta di 14 lettere nella Biblioteca della Società Olandese delle Scienze, dirette al fisico Van Marum, fra le quali alcune importantissime, aventi carattere di vere memorie scientifiche.

Queste, insieme ad altre che si conservavano fra i manoscritti voltiani dell'Istituto Lombardo di Scienze e Lettere, rappresentano una corrispondenza epistolare durata ben 25 anni, colla quale i due scienziati si comunicavano le rispettive ricerche e ne discutevano i risultati. Tale raccolta, composta complessivamente di 17 lettere del Volta e di 13 del Van Marum, fu pubblicata, con note storiche accura-

Digitized by Google

tissime, dal Prof. Bosscha (1) e porta un contributo di importanza notevolissima alla storia della invenzione della pila.

CIMELI VOLTIANI.

Ma questa ricerca delle pubblicazioni voltiane sparse in moltissimi periodici stranieri non costituì la maggiore difficoltà che dovette superare la nostra Commissione. Il lavoro più difficile e più lungo fu l'esame, la classificazione e l'interpretazione della mole ingente di manoscritti voltiani che si conservano presso il R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere in Milano.

Nel 1864 al R. Istituto veniva affidata, da parte dello Stato, la custodia dei così detti *Cimeli voltiani*, costituiti da tutti gli scritti scientifici lasciati morendo da Alessandro Volta, e dagli strumenti che formavano il suo gabinetto privato di fisica.

La maggior parte degli strumenti andò, pur troppo, perduta nell'incendio che distrusse l'esposizione voltiana di Como del 1899; i resti, superstiti di quel disastro, sono ora riuniti e decorosamente conservati nel museo civico di quella città. Ma fortunatamente non era stato presentato a quell'esposizione alcun manoscritto autografo, onde tutta l'eredità degli scritti lasciati dal Volta si presentò intatta alle nostre ricerche.

Essi sono ora conservati in 18 grandi cartelle segnate colle lettere A, B, C,... R e costituiscono oltre 900 numeri di cui parecchi formati da molte decine di pagine. La loro interpretazione non presenta notevoli difficoltà per quanto riguarda la scrittura; è resa invece talvolta difficilissima dalle innumerevoli aggiunte sovrapposte ed intricate fra loro.

Circa il contenuto essi possono classificarsi nel modo seguente:

a) Minute di lettere e memorie scientifiche pubblicate.

b) Minute di lettere e memorie scientifiche che non furono pubblicate, vivente il loro autore. E queste sono in gran numero.

c) Lettere di scienziati italiani e stranieri ricevute dal Volta.

È doveroso che qui ricordiamo i primi studiosi che si occuparono di questi scritti preziosi, sia per ordinarli e classificarli, sia per indagare quanto essi contenessero di scientificamente importante e che non fosse altrimenti conosciuto.

Il prof. Silvestro Gherardi (2), che già aveva esaminati gli scritti del Galvani, Carlo M. Matteucci ed il Prof. Luigi Magrini li videro e

---

(1) *La correspondance de* A. VOLTA *et* M. VAN MARUM *publiée par J. Bosscha Secr. de la Soc. Holland. des Sciences.* Leiden. A. W. Sythnoff 1905.

(2) *Memorie dell'Accademia delle Scienze di Bologna*, S. II. C. VIII, 1868. — *Gazzetta Ufficiale del Regno*, n. 148, 23 Giugno 1860.

Digitized by Google

studiarono già prima che fossero depositati all'Istituto Lombardo. Quest'ultimo specialmente è da annoverarsi fra i più benemeriti studiosi delle opere voltiane, per lena tenace e fine intuito critico. A lui si devono i primi tentativi di riordinamento di quelle carte; a lui il ritrovamento di scritti notevoli, la loro pubblicazione e la rivendicazione al Volta di molti trovati importanti in vari campi della fisica; poichè accadde al Volta che la gloria raggiunta coll'invenzione della pila ponesse nell'ombra molte altre sue minori conquiste, che sono ancor oggi non molto conosciute.

Gli scritti del Magrini riguardanti il Volta sono pubblicati nelle Memorie dell'Istituto Lombardo (1) e riguardano specialmente le ricerche del Volta sulle forze elastiche dei vapori e sulla produzione di elettricità per l'evaporazione. Inoltre egli fu il primo a stabilire, come già si è detto, l'autenticità voltiana della famosa memoria *Sull'identità del fluido elettrico col cosidetto fluido galvanico.*

Dopo la morte del Magrini si succedettero nell'esame e nei tentativi di riordinamento del cartellario milanese: il Prof. Camillo Hajech, segretario dell'Istituto Lombardo, il grande astronomo Giovanni Schiaparelli, il fisico prof. Giovanni Cantoni, che pubblicò alcuni scritti inediti, e l'avv. Zanino Volta, a cui sono dovuti vari lavori interessanti specialmente per la biografia e la bibliografia voltiana.

Un lungo periodo di sosta seguì poi fino al voto solenne del Congresso degli Elettricisti del 1899 in Como. Finalmente nel 1902 la Presidenza del R. Istituto Lombardo dava ufficialmente incarico di ordinare le carte voltiane al Prof. Alessandro Volta, che già da tempo studiava con grande amore, come fisico e nipote del Grande, l'opera di lui dal punto di vista scientifico e storico.

Al principio del 1907 egli aveva assolto, nelle linee principali, il compito affidatogli, conducendo finalmente a termine l'esame di tutti i manoscritti dell'Istituto Lombardo, elencandoli, fin dove era possibile, secondo l'ordine cronologico, descrivendoli minutamente e riassumendo il contenuto di ognuno con tutti i dati di fatto e di tempo che era possibile stabilire. Tutto il materiale manoscritto fu diviso in nove categorie, secondo gli argomenti, a cui ne fu aggiunta una decima riguardante il riordinamento dei manoscritti, e le pubblicazioni sul Volta e sulle sue opere.

---

(1) Atti del R. Istituto Lombardo. *Memorie* 1860-62.

Digitized by Google

Queste categorie furono poi suddivise in classi, come segue:

CATEGORIA		CLASSE	
I.	Letteratura biografica . . .	A	Viaggi.
		B	Scritti letterari.
II.	Documenti	C	Decreti, nomine, elezioni.
		D	Carteggio professionale.
III.	Epistolario elettrologico . .	E	Lettere del Volta.
		F	» dirette al Volta.
IV.	Scritti e lettere sopra diversi argomenti scientifici . . .	G	Pneumatica, eudiometria, chimica.
		H	Meteorologia, termologia, scienze naturali.
V.	Studi di elettrologia	I	Elettrostatica, elettrometria.
		J	Elettromozione.
VI.	Discorsi e memorie	K	Letture accademiche.
		L	Monografie, lettere aperte, relazioni scientifiche.
VII.	Corrispondenze	M	Lettere famigliari e confidenziali.
		N	Comunicati personali letterari.
VIII.	Oggetti professionali	O	Didattica.
		P	Governo della Scuola di fisica.
IX.	Atti civili	Q	Azione pubblica.
		R	» privata.
X.	Allegati	S	Scritti diversi riguardanti i lavori di ordinamento dei manoscritti, e documenti di varia indole.
		T	Pubblicazioni diverse relative al Volta.

Questa classificazione è quella che serve di base alla presente edizione e può considerarsi come definitiva, prestandosi essa per la sua generalità a comprendere quei nuovi documenti che potessero venire in luce.

Digitized by Google

RICERCHE DI ALTRI MANOSCRITTI.

Allo scopo di rintracciare nuovi elementi inediti per la presente pubblicazione, la Commissione diramò una circolare per richiedere notizie alle biblioteche pubbliche e private di manoscritti voltiani tuttora ignorati. Siamo lieti di esprimere la nostra viva gratitudine alla direzione della biblioteca universitaria di Ginevra che ci inviò alcune lettere dirette dal Volta al naturalista Jean Senebier; alla direzione della biblioteca di Gottinga che ci comunicò una importante lettera diretta al fisico Giorgio Cristoforo Lichtenberg, in data 18 agosto 1794, e finalmente alla Società Olandese delle Scienze per la pubblicazione così importante del segretario di essa J. Bosscha, ora da poco scomparso. Dobbiamo anche la più viva gratitudine al prof. Silvanus Thompson di Londra, anch'egli recentemente scomparso, grande amico del nostro paese ed ammiratore del Volta, il quale ci fece avere dalla Royal Society due lettere dirette l'una al fisico Tiberio Cavallo, che fa seguito a quelle già pubblicate nella collezione Antinori, ed una a Sir Joseph Banks, presidente di quella insigne Società.

Sarebbe anche desiderabile che altre ricerche fossero fatte nelle principali biblioteche ed archivi d'Europa, poichè certamente devono esistere altri documenti, continua ed intensa essendo stata la corrispondenza del Volta con quasi tutti gli scienziati di quella sua grande epoca, in cui si ponevano le basi degli immensi progressi scientifici del secolo XIX.

ELENCHI BIBLIOGRAFICI.

Passando ora a parlare della parte edita della produzione voltiana, le nostre ricerche furono facilitate da lavori precedenti, che qui ora dobbiamo ricordare. La mancanza di una raccolta completa fece sentire assai presto fra gli studiosi il bisogno di elencare almeno le pubblicazioni del grande fisico.

Primo fra tutti il P. Pietro Configliacchi pubblicando, come già si disse, la memoria *Sulla identità del fluido galvanico col fluido elettrico*, vi aggiunse in fine un elenco, che comprende 48 titoli.

Venne in seguito il Prof. Pietro Riccardi con un elenco pubblicato l'anno 1877 nel Vol. XVII delle *Memorie dell'Accademia di Modena*, che contiene 60 numeri e fa menzione di pubblicazioni ignorate e di altre postume.

Citiamo anche: *Bibliografia italiana di elettricità e magnetismo*, saggio compilato dai Professori F. Rossetti e G. Cantoni (Padova, Sacchetto, 1881) che al nome *Volta* contiene un elenco di memorie del grande fisico, con 48 numeri.

Ma il lavoro più compiuto ed accurato in questo campo di ricerche

Digitized by Google

lo dobbiamo al D.r Francesco Fossati di Como, il quale, con diligenza grandissima e superando difficoltà serie per la mancanza di materiali nella città di sua residenza, riuscì a comporre una *Bibliografia degli scritti editi* di Alessandro Volta, comprendente ben 231 articoli, a cui si aggiunge un elenco di altri 10 scritti editi *attribuiti* al Volta ed altri relativi alle sue opere e scoperte. Questa bibliografia fu pubblicata nelle *Memorie del R. Istituto Lombardo* pel 1900, e fu il punto di partenza delle nostre ricerche per il materiale stampato. Nè qui si fermò l'attività del Fossati; chè anzi, continuando le sue ricerche, scoprì altri documenti e nel 1908 compilò diligentemente di sua mano una nuova bibliografia voltiana, con 263 titoli, che poi donò al R. Istituto Lombardo e che fu parimente assai utile all'opera nostra.

Al D.r F. Fossati vada quindi la gratitudine di tutti gli studiosi, per l'opera sua, così felicemente compiuta, senza incoraggiamento di alcuno, quasi senza aiuti, senza desiderio di altro compenso che la soddisfazione di giovare alla gloria della sua città e dell'Italia nostra.

ALTRE RACCOLTE STAMPATE DI OPERE VOLTIANE.

Per far compiuta la storia delle raccolte voltiane comparse, oltre la collezione Antinori, che fu finora considerata come la principale fonte, dobbiamo elencare molte pubblicazioni particolari di gruppi di lettere o di memorie scientifiche, dovute a vari estimatori del Volta, successivamente venute in luce. Ci atteniamo alle principali, non essendo possibile riferirle tutte; tanto più che alcune di queste pubblicazioni, comparse anche recentemente, riguardano lettere d'argomento privato, che, se possono essere di vantaggio per una biografia voltiana, esorbitano dal campo esclusivamente scientifico, in cui la presente edizione vuol essere assolutamente contenuta.

Citiamo in ordine di tempo: l'elogio del Volta scritto dal concittadino Francesco Mocchetti e corredato di lettere voltiane (1833); la raccolta pesarese data in luce da Giuseppe Ignazio Montanari nel 1834 (oltre 50 lettere); le due celebri lettere (4ª e 5ª) all'Abate Vassalli ricomposte da Z. Volta ed edite la prima volta da Giovanni Cantoni in occasione dell'inaugurazione del monumento al professore comasco nell'Università di Pavia (1878), l'opera del prof. Alfonso Corradi, *Memorie e Documenti per la storia dell' Università di Pavia* (pure del 1878), le varie pubblicazioni dell'Avv. Zanino Volta illustranti la vita e l'epistolario dell'avo, e specialmente lo studio *A. Volta a Parigi*, ricco di documenti (1879); la raccolta di lettere voltiane edita dai nipoti Alessandro e Zanino nel 1884, gli studi storici già citati del Magrini sui manoscritti conservati all'Istituto Lombardo;

Digitized by Google

la interessante raccolta veronese del Biadego (10 lettere voltiane ad Anton Maria Lorgna ed a Pietro Cossali, 1899); la già detta corrispondenza tra il Volta e M. Van Marum pubblicata ed illustrata dal Bosscha nel 1905, ecc.

CRITERI PER LA SCELTA DEI LAVORI DA PUBBLICARSI.

Escluso qualsiasi scritto di argomento non scientifico, sia edito che inedito, la Commissione dovette imporsi dei criteri determinati per la scelta del rimanente materiale da pubblicarsi. Ci siamo trovati davanti ad una mole ingente di manoscritti, per fortuna abbastanza bene classificata, per l'opera diligente del prof. A. Volta *junior*, nella quale innanzi tutto fu necessario sceverare le minute di lavori già stampati, passando in rassegna le riviste del tempo, nelle quali era presumibile trovare pubblicazioni voltiane. Quindi fra gli scritti ritenuti inediti scegliere quelli che, o per novità di contenuto, o per pregio di originalità di esposizione, ci sembrassero degni di figurare insieme agli scritti principali del Volta. È stato questo il lavoro più delicato e difficile, poichè conviene ricordare da una parte che nel cartellario dell'Istituto Lombardo si contengono scritti incompleti, interrotti, o anche presumibilmente rifiutati dall'autore, e che d'altra parte, nella lunga e calma vita del Volta successiva all'epoca dei suoi grandi lavori di ricerca sperimentale, a Lui non mancò certamente tempo ed agio di pubblicare ciò che gli sembrasse opportuno. E non conveniva certamente andar contro a ciò che poteva essere sua decisa volontà. Tuttavia è bene anche ricordare, come risulta dal carteggio con l'Antinori, che Egli ammetteva di possedere lavori inediti degni di essere comunicati al pubblico scientifico. È assai interessante leggere a questo proposito quanto scriveva al Volta stesso l'Antinori in data 27 luglio 1823 (Cart. Volt. N. 86):

« *Io mi sovvengo che ella ebbe, è già qualche tempo, la compiacenza*
« *di farmi sapere per mezzo di un viaggiatore Svizzero di cui non mi*
« *sovvengo il cognome, che ella avrebbe riuniti tutti i suoi lavori scien-*
« *tifici, come abbozzi, studi, pensieri, e frammenti ecc. onde inviarmeli*;
« *ricevei questa notizia, come può credere con moltissimo piacere, e sono*
« *sempre stato e stò sempre attendendo l'adempimento di questa promessa*
« *bramoso di possedere codesto tesoro, e volonteroso di farne poi parte*
« *al pubblico con un tomo di aggiunta alla Collezione delle sue Opere,*
« *persuaso che anco i pensieri, i dubbi, i quesiti, i tentativi ecc. di un*
« *uomo d'ingegno, valgono mirabilmente a far progredire una scienza* ».

Digitized by Google

Concludendo non potremmo asserire di aver compiuto, per quanto riguarda la scelta dei manoscritti inediti da pubblicarsi, un'opera al riparo da ogni critica; ma dubitiamo assai che in tal campo sia possibile opera perfetta.

Per dare un'idea delle difficoltà da superare ricorderemo che di alcune lettere esistono nel cartellario fino più di dieci minute prive di data, la cui successione si dovette stabilire con minuti confronti sulle varie correzioni introdotte dall'autore, sulla carta, l'inchiostro, la scrittura ecc.. Un esempio tipico si ha in una lettera a Tiberio Cavallo, per un tratto della quale restano ben quattordici redazioni successive.

CRITERI ORTOGRAFICI.

Per l'ortografia dei lavori pubblicati in lingua diversa dall'italiana, e specialmente in francese, abbiamo cercato di attenerci il più scrupolosamente possibile all'ortografia voltiana; la quale si scosta dall'attuale, come è naturale, ma non è nemmeno del tutto conforme a quella dell'epoca. Siamo stati condotti a questa decisione, sulla quale crediamo opportuno richiamare l'attenzione dei lettori, dal fatto che una tale ortografia è adottata in pubblicazioni fatte dall'autore stesso, ad esempio nelle memorie delle *Philosophical Transactions*, ed anche dall'autorevole parere di insigni studiosi ed in particolar modo dal Professor Carlo Salvioni della Regia Accademia scientifico-letteraria di Milano.

I DUE VOLUMI DELLA PILA.

Questa edizione nazionale delle opere di Alessandro Volta si inizia cogli scritti che riguardano la sua massima scoperta, e costituiscono il precipuo gruppo delle sue ricerche, come il più sicuro fondamento della sua fama; e poichè esse furono anche le ultime in ordine di tempo, noi dobbiamo brevemente giustificare questa inversione cronologica.

Ci è sembrato di dover tener conto del fatto che l'importanza della invenzione della pila sia tale da superare di gran lunga quella di tutte le altre ricerche voltiane, sebbene fra queste ve ne siano di fondamentali dal punto di vista scientifico. Ci è sembrato che la curiosità di qualsiasi lettore, anche il più colto dell'epoca nostra, dovesse essere sovra tutto rivolta alla grande invenzione che dischiuse nuove vie alla civiltà; e che tale curiosità dovesse essere al più presto appagata, pur non consentendo al giudizio infondato, ma diffuso, che il Volta non sia altro che il Grande che ha inventato la pila. D'altra parte queste ricerche sono così nettamente distinte dalle altre, ed hanno sotto certi aspetti caratteri così decisamente autonomi da

Digitized by Google

poter essere presentate separatamente. Nell'ordinamento della materia abbiamo poi seguito l'ordine cronologico.

Ultimata la pubblicazione dei due volumi riguardanti la pila, tutte le altre ricerche voltiane, sia nel campo elettrico, sia negli altri campi della fisica, verranno a schierarsi nel loro ordine naturale come la spontanea spiegazione della maggiore e come i lampi precursori che condussero a quel grande risultato. La prima parte del primo volume si chiude colla classica lettera a Sir Joseph Banks annunciante l'invenzione della pila.

LAVORI DELLA COMMISSIONE. COLLABORATORI.

Il lavoro di preparazione dei due volumi è stato assai lungo per molte ed anche imprevedibili ragioni, innanzi tutto per la perdita di due dei più valenti ed attivi nostri collaboratori.

Il prof. A. Volta *junior*, che per tutta la sua vita non interruppe mai lo studio delle opere dell'avo, e che ha il merito maggiore nell'ordinamento del cartellario voltiano, morì quasi improvvisamente nel settembre del 1908, mentre già pensava ad abbandonare l'insegnamento ed a dedicare per intero la sua attività alla nostra pubblicazione. Egli avrebbe potuto così, con una competenza che nessuno poteva uguagliare, condurre a termine il lavoro in un tempo non lungo, e coronare la sua carriera di studioso dell'opera voltiana soddisfacendo alla più ardente aspirazione di tutta la sua vita.

Ma la sorte volle altrimenti, e noi dobbiamo esprimere qui la nostra gratitudine e la nostra ammirazione per il grande amore e la grande perseveranza, con cui egli tenne fede al compito, che si era proposto, sino quasi alla vigilia della morte.

Dopo la scomparsa del professore Volta lo studio dei manoscritti dell'Istituto Lombardo fu continuato con acume e scrupolosità dal prof. Aristide Fiorentino, che già aveva collaborato col prof. Volta. Suo obiettivo fu di raccogliere e ordinare tutto ciò che riguardava le ricerche sulla elettromozione e preparare i volumi della pila, che la Commissione aveva deciso di pubblicare per primi. A lui si unì in quest'epoca anche il professore Francesco Grassi, valente studioso della storia della fisica; ad entrambi siamo lieti di esprimere la riconoscenza della Commissione specialmente per il notevole contributo recato alla esatta interpretazione dei testi voltiani.

Tuttavia quanto più si procedeva, il lavoro veniva a presentarsi sempre più complicato, difficile e di lunga lena; cosicchè il senatore Celoria, nel 1911, consentiva che il D.r Luigi Volta, astronomo all'Osservatorio di Brera, si dedicasse regolarmente al compimento di quell'opera che la morte non aveva consentito al padre suo,

Digitized by Google

prof. Alessandro, di condurre alla fine. La maggior parte della materia, che doveva costituire i volumi della pila, fu così, almeno nelle sue parti principali, raccolta.

Nel 1913, ritiratosi il prof. Fiorentino, poichè le cure dell'insegnamento non gli consentivano tempo sufficiente, ed anche il professore Grassi per ragioni di salute, la Commissione trovò nel Dottor Adolfo Sozzani un coadiutore valentissimo, che potè dedicare quasi tutta la sua attività e la sua non comune energia al compimento del lavoro. Si deve a lui ed al D.r Luigi Volta se in poco più di un anno tutto quanto era stato precedentemente raccolto potè essere definitivamente elaborato ed ordinato. I due volumi della pila erano consegnati compiuti all'editore U. Hoepli nel gennaio del 1914.

Pur troppo pochi mesi dopo, nel maggio 1914, una breve e violenta malattia ci rapì anche il D.r Sozzani, privandoci dell'opera sua nel momento in cui poteva essere più feconda, cioè nella cura delle stampe. Questo lavoro venne così a gravare quasi per intero sul D.r Luigi Volta, che ben lo sostenne con diligenza scrupolosa, con amore di scienziato, con affetto di discendente del sommo fisico.

Alla memoria del D.r Adolfo Sozzani, che la breve vita dedicò tutta alla scienza e ad egregie opere, la Commissione dedica una parola commossa di gratitudine e di rimpianto.

Utili suggerimenti e consigli preziosi abbiamo avuto anche dal prof. Gino Loria dell'Università di Genova, cultore valentissimo della Storia delle Scienze matematiche, e dal prof. Carlo Salvioni della R. Accademia scientifico-letteraria di Milano, che, come già fu detto, fu nostro consulente per le questioni riguardanti la grafia voltiana.

Dobbiamo inoltre ricordare il sig. Cesare Morlacchi, ufficiale di biblioteca presso il R. Istituto Lombardo, la cui opera assidua ci fu di grande utilità per la singolare perizia da lui acquistata nell'interpretazione dei manoscritti voltiani.

La forma nella quale si presenta l'Edizione nazionale delle Opere di Alessandro Volta speriamo risponda alla dignità ed all'importanza che le compete. Ne va il merito al valente editore comm. U. Hoepli, alla tipografia Allegretti di Milano ed alle cartiere di Maslianico, che siamo lieti di segnalare tutti alla pubblica gratitudine.

L'invenzione della pila avvenne in un'epoca agitata, quando l'Europa, sorpresa dalla rivoluzione francese e sconvolta dal genio napoleonico, tentava il suo primo rinnovamento, e tutte le scienze dalla generale riscossa traevano alimento ad uno sviluppo maraviglioso, e le grandi scoperte si susseguivano. Per la storia moderna d'Italia si

Digitized by Google

gettavano allora i primi germi, che poi dovevano essere fecondati durante il periodo glorioso del nostro risorgimento politico e nazionale.

Con un vivo sentimento di soddisfazione pertanto, come uomini di scienza e come italiani, presentiamo oggi al mondo scientifico questo primo volume che documenta la storia di una delle più grandi invenzioni dovute al genio latino, oggi che un rivolgimento, forse ancora più grande di quello del secolo decimo-ottavo, attraverso una più immane tragedia, sembra preludere ad una nuova êra della storia in cui la scienza e la giustizia potranno avere un posto più largo, una influenza più decisiva e benefica sulle sorti dell'umanità.

LA COMMISSIONE PER L'EDIZIONE NAZIONALE
DELLE OPERE DI ALESSANDRO VOLTA.

Digitized by Google

INDICE DEL VOLUME

COMMISSIONE PER L'EDIZIONE NAZIONALE DELLE OPERE DI ALESSANDRO VOLTA Pag. VII

AL LETTORE . . . . . » IX

INDICE DELLE TAVOLE . . . . . » XXVI

INDICE DELLE FIGURE . . . . . » ivi

ABBREVIAZIONI . . . . . » XXVII

AVVERTENZE . . . . . » XXVIII

1792, *3 aprile.*

I. LETTERA SOPRA L'ELETTRICITÀ ANIMALE AL DOTT. BARONIO . . Pag. 1

LETTERA A M.me LE NOIR DE NANTEUIL (*Note ed Aggiunte*) . . » 8

1792, *5 maggio.*

II. MEMORIA PRIMA SULL'ELETTRICITÀ ANIMALE. Discorso recitato nell'aula dell'Università di Pavia in occasione di una promozione . . » 13

1792, *14 maggio.*

III. MEMORIA SECONDA SULL'ELETTRICITÀ ANIMALE . . . . . » 41

1792.

IV. ADDIZIONE ALLA MEMORIA SECONDA SULL'ELETTRICITÀ ANIMALE . . » 77

1792, *20 aprile-5 maggio.*

V. GIORNALE DELLE SPERIENZE SULLA SENSIBILITÀ ELETTROSCOPICA DELLE RANE . . . . . » 83

VI. PREPARAZIONE DELLE RANE PER LE SPERIENZE DELL'ELETTRICITÀ ANIMALE, OSSIA SPONTANEA . . . . . » 101

1792, *estate.*

VII. RISPOSTA ALLA DOMANDA DELL'ABATE TOMMASELLI . . . . . » 111

VIII. DUE LETTERE A MARTINO VAN MARUM:

1792, *30 agosto.*

(*A*) LETTERA PRIMA, da Como . . . . . » 119

Digitized by Google

1792, *11 ottobre.*
(*B*) LETTERA SECONDA . . . . . Pag. 131

1792, *novembre.*
IX. NUOVE OSSERVAZIONI SULL'ELETTRICITÀ ANIMALE . . . . . » 143

1792, *24 novembre.*
X. MEMORIA TERZA SULL'ELETTRICITÀ ANIMALE, compresa in alcune lettere:
(LETTERA 1ª AL SIG. ALDINI professore a Bologna) . . . . » 149

1792, (*fine*).
XI. OBSERVATIONUM CIRCA ELECTRICITATEM ANIMALEM SPECIMEN . . » 163
XII. ACCOUNT OF SOME DISCOVERIES MADE BY MR. GALVANI OF BOLOGNA, with Experiments and Observations on them. In two letters to Mr. TIBERIO CAVALLO (e seguito):

1792, *13 settembre.*
(*A*) LETTERA PRIMA . . . . . » 169

1792, *25 ottobre.*
(*B*) LETTERA SECONDA . . . . . » 185

1793, *20 maggio.*
(*C*) SEGUITO in forma di lettera particolare a TIBERIO CAVALLO, da Pavia . . . . . » 199
(*D*) SEGUITO in forma di Memoria . . . . . » 215

1795, *30 marzo.*
XIII. LETTERA AL CAV. BANKS, da Pavia . . . . . » 249
XIV. NUOVA MEMORIA SULL'ELETTRICITÀ ANIMALE, in alcune lettere al Sig. Ab. ANTON MARIA VASSALLI:

1794, *10 febbraio.*
(*A*) LETTERA PRIMA . . . . . » 261

1794.
(*B*) LETTERA SECONDA . . . . . » 269

1795, *27 ottobre.*
(*C*) LETTERA TERZA, da Como . . . . . » 287

1795, *20 dicembre.*
(*D*) LETTERA QUARTA, da Pavia . . . . . » 313

1795, *autunno.*
(*E*) LETTERA QUINTA, da Como . . . . . » 327

1795, *13 aprile.*
XV. LETTERA AD ORAZIO DELFICO, da Pavia . . . . . » 335
XVI. LETTERE AL PROF. FRANCESCO MOCCHETTI:

1795, *5 giugno.*
(*A*) LETTERA PRIMA . . . . . » 345

1795, *agosto.*
(*B*) LETTERA SECONDA . . . . . » 359

Digitized by Google

1796, *29 gennaio.*

XVII. Lettera ad Anton Maria Vassalli, da Pavia . . . . . Pag. 387

XVIII. Sul galvanismo, ossia sull'elettricità eccitata dal contatto de' conduttori dissimili. Tre lettere al prof. Gren di Halla, ed Appendice:

1796, *1 agosto.*

(*A*) Estratto di lettera . . . . . » 393

1796, *agosto.*

(*B*) Lettera seconda . . . . . » 415

1797, *marzo.*

(*C*) Lettera terza . . . . . » 433

1797-1799.

(*D*) Frammenti di appunti e risultati di esperienze sulla forza elettromotrice di contatto fatta specialmente con piattelli . . . . . » 449

1796 (*autunno*)-1797.

XIX. Mémoire sur l'électricité excitée par le contact mutuel des conducteurs même les plus parfaits, en une suite de lettres au docteur Van Marum

(*A*) . . . . . » 459

(*B*) . . . . . » 491

XX. Lettere al cittadino Aldini intorno alla pretesa elettricità animale nelle sperienze del galvanismo, con Appendice:

1798, *aprile.*

(*A*) Lettera prima, da Como . . . . . » 519

(*B*) Lettera seconda, da Como . . . . . » 538

1798, *19 ottobre.*

XXI. Minuta di lettera al prof. Brugnatelli, da Como . . . » 558

1800, *20 marzo.*

XXII. On the Electricity excited by the mere contact of conducting Substances of different kinds. In a letter from Mr. Alexander Volta, to the Rt. Hon. Sir Joseph Banks . . . . . » 563

Indice dei nomi . . . . . » 589

Digitized by Google

INDICE DELLE TAVOLE.

I. ALESSANDRO VOLTA, da incisione di G. Garavaglia (del 1814) . . Frontispizio
II. Lamine simili e dissimili, coppie di lamine simili e dissimili e rane preparate . . . . . Pag. 104-105
III. Facsimile di manoscritto voltiano da Cart. Volt. L 14 . . . » 300-301
IV. Elettrometri usati dal Volta . . . . . » 400-401
V. Facsimile di manoscritto voltiano da Cart. Volt. J 45, 48 . . . » 448-449
VI. » » » da Cart. Volt. J 57 . . . » 564-565
VII. » » » da Cart. Volt. J 68 . . . » 572-573
VIII. » di lettera voltiana a Sir Banks posseduta dalla Roy. Soc. di Londra » 586-587

(Queste tavole furono eseguite nello Stabilimento eliotipico Calzolari e Ferrario).

INDICE DELLE FIGURE.

Figure tratte dai manoscritti voltiani . . . Pagg. 96, 228, 323, 326, 379, 380
» 383, 384, 469, 470, 471, 473
Figura tratta da Br. Ann. . . . . Pag. 398
» » » Phil. Tr. . . . . » 570

(Queste incisioni furono eseguite nello Stabilimento grafico Alfieri e Lacroix).

Digitized by Google

ABBREVIAZIONI

Per le fonti stampate:

Am. Op. sc. — « Opuscoli scelti sulle scienze e sulle arti », raccolti dall'ab. Carlo Amoretti. Milano.

Ann. de Ch. — « Annales de chimie ». Paris.

Ant. Coll. — « Collezione delle opere del cav. conte Alessandro Volta patrizio comasco », edita da Vincenzio Antinori. Tomi 3 in 5 parti. Firenze, nella stamperia di Guglielmo Piatti, 1816.

Bosscha Corr. — « La correspondance de A. Volta et M. van Marum », publiée par I. Bosscha Secrétaire de la Société Hollandaise des sciences. Leiden, 1905. A. W. Sijthoff.

Br. Ann. — « Annali di chimica e storia naturale », di Luigi Brugnatelli, Pavia.

Br. Giorn. — « Giornale fisico medico per servire di seguito alla Biblioteca fisica d'Europa », dallo stesso. Pavia.

Cant. Disc. — « La mente di Alessandro Volta », discorso del prof. comm. Giovanni Cantoni. In « Onoranze ad Alessandro Volta », Pavia, succ. Bizzoni, 1878.

Comm. Lips. — « Commentarii de rebus in scientia naturali et in medicina gestis ». Lipsia.

Delf. Riv. — « Lettera di Alessandro Volta ad Orazio Delfico », edita dal sen. march. Traiano Delfico De-Filippis conte di Longano, in « Rivista abruzzese di scienze e lettere diretta da O. Albi, E. Cerutti, F. Occella, V. Savorini ». Anno II., fasc. 2, febbraio. Teramo, tip. del « Corriere abruzzese », 1887.

Gren. — « Journal » e « Neues Journal der Physik », del prof. dott. Fed. Alb. Carlo Gren di Halle. Halle e Lipsia, 1790-1794.

Mocch. — « Elogio del conte Alessandro Volta patrizio comasco », di Francesco Mocchetti. Como, presso i figli di Carlantonio Ostinelli, 1833.

Mont. — « Lettere inedite di Alessandro Volta », date in luce da Giuseppe Ignazio Montanari. Pesaro, dalla tip. Nobili, 1834.

N. Cim. — « Il Nuovo Cimento, Giornale di fisica, chimica e storia naturale », Pisa.

Nich. Journ. — « Journal of natural philosophy, chemistry, and the arts », by W. Nicholson. London.

Phil. Tr. — « Philosophical Transactions of the Royal Society ». Londra.

Traduz. ted. Mayer. Prag. 1793 — Traduzione tedesca delle Memorie sull'Elettricità animale contenuta in: Schriften über d. thierische Electricität, aus d. Ital. von Mayer. 8. — Prag. — J. Calve (1793).

Per le fonti manoscritte:

Acc. sc. Torino. — Biblioteca della R. Accademia delle Scienze di Torino.

Cart. Volt. — Cartellario Voltiano posseduto dal R. Istituto Lombardo di scienze e lettere in Milano.

Ginevra, Bibl. Univ. — Bibliothèque publique et universitaire. Genève.

Londra, Roy. Soc. — Royal Society, London.

Digitized by Google

AVVERTENZE.

Per contraddistinguere i manoscritti del Cartellario Voltiano posseduto dal R. Istituto Lombardo di scienze e lettere in Milano, all'abbreviazione Cart. Volt. si fa seguire una lettera dell'alfabeto maiuscolo per indicare la cartella (vedi classificazione dichiarata nella prefazione « Al lettore ») ed un numero per contraddistinguere il manoscritto nella cartella stessa. Qualche volta fu adottata una successiva suddivisione, a mezzo delle lettere dell'alfabeto greco, dei manoscritti raccolti sotto uno stesso numero.

Le abbreviazioni in grassetto, che compaiono sotto il titolo « Fonti » nel frontispizio dei singoli numeri del volume, stanno ad indicare tra le varie fonti edite o manoscritte, quelle che furono scelte per la stampa.

Tra le varie fonti stampate si diede sempre che fu possibile la preferenza a quella notoriamente o probabilmente curata dal Volta o tratta da suoi manoscritti, come avvenne delle sue pubblicazioni all'estero.

Qualche errore od inesattezza si cercò di correggere mediante il confronto delle stampe colle minute voltiane esistenti. Qualche altro sfuggì al controllo colla fonte adottata, perchè contenuto nell'edizione Antinori, che servì alla prima composizione tipografica. Così a pagina 49, linea 18 invece che: *dalla terra ai piedi* si deve leggere *dalla testa ai piedi*; a pagina 56, linea 4, dal basso, invece di: *Ma arrestandoci quì, un poco sembra* deve leggersi: *Ma arrestandoci quì, poco sembra*; a pagina 63, linea 9, dal basso: *contraggono* deve mutarsi in: *contraggano*. A pagina 85 la data: *Aprile 1790* deve leggersi: *Aprile* 1792. Nella nota a pagina 153: *Se quelli* deve leggersi: *Su quelli*.

Le annotazioni della Commissione sono stampate sempre entro riquadratura nei frontispizî, oppure in carattere corsivo a piedi pagina od in Note ed Aggiunte alla fine dei singoli numeri.

Nelle fonti delle prime tre lettere all'Abate Vassalli (N. XIV) è a citarsi pure una traduzione tedesca del Mayer. Prag, 1796. J. Calve.

Digitized by Google

I.

SOPRA L'ELETTRICITÀ ANIMALE.

UNIV. OF CALIFORNIA

del Signor DON ALESSANDRO VOLTA

de' 3 *Aprile* (1792)

al Dottor BARONIO *altro de' medici assistenti all'Ospedale Maggiore di Milano.*

(*Lettera*)

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
Br. Giorn. T. II. pg. 122.	Cart. Volt.; E 22; J 1 β.
Ant. Coll. T. II. P. I. pg. 3.	» » **E 4.**
Traduz. ted. Mayer. Prag. 1793.	

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da Br. Giorn.

DATA: in Ant. Coll. leggesi anche « Milano ».
« 3 Aprile 1792 » leggesi anche in E 22.

E 22, è una minuta mancante dell' ultimo paragrafo.

J 1 β, è un frammento del § 12.

E 4 è una lettera del V. da Londra a *M.me Le Noir de Nanteuil* a Parigi del 14 Maggio 1782 che pubblichiamo, per la sua importanza, dopo la presente Memoria.

Digitized by Google

UNIV. OF
CALIFORNIA

Digitized by Google

SOPRA L' ELETTRICITÀ ANIMALE.

Milano, 3 *Aprile* 1792.

UNIV. OF CALIFORNIA

Volete dunque su due piedi un transunto delle sperienze da me fatte in questi otto o dieci giorni, dacchè mi ci sono applicato, sull'*Elettricità animale*, in seguito alle stupende scoperte del Sig. GALVANI, delle quali sperienze un piccol saggio vi ho già fatto vedere questa sera medesima sopra alcune rane in casa del Sig. Conte ANGUISSOLA; lo volete questo transunto, e che ve lo lasci qui in Milano, prima ch'io parta domani per Como: eccovelo quale ho potuto stenderlo così in furia e in fretta.

AZIONE DELL'ELETTRICITÀ ARTIFICIALE NEL MOTO DE' MUSCOLI MEDIANTE I NERVI.

1. Una assai debole elettricità basta a scuotere, e a far entrare in convulsione una rana viva e intiera, e massime le gambe posteriori; dirigendone la scarica, cioè il corso del fluido elettrico dalla testa ai piedi, o viceversa: basta es. gr. la carica di una boccetta di Leyden che arrivi a 4. o 5. gradi dell'Elettrometro di HENLY, ossia Quadrante-elettrometro.

2. Troncata la testa alla rana, e conficcato un ago, od uncinetto metallico nella spina dorsale, basta allora una carica minore, come di 1. o 2. gradi dello stesso elettrometro, dirigendo il picciolo torrente elettrico da essa spina ai piedi, o viceversa.

3. Tagliato via tutto il corpo della rana, e ritenute le sole gambe posteriori attaccate alla spina dorsale, o a porzione di essa, per i soli nervi crurali diligentemente snudati, un'elettricità incomparabilmente più debole, e non sensibile al quadrante-elettrometro, ma solo ai delicatissimi elettrometri a boccetta di CAVALLO, di BENNET, e miei, anzi pure impercettibile anche con questi, produce il solito effetto, e sì delle contrazioni de' mu-

Digitized by Google

scoli più gagliarde, convulsioni toniche, e spasmi, che presentano sovente un vero tetano.

4. Finalmente vestito di sottil foglia metallica quel tronco di spina dorsale, e (ciò che giova assai) anche una porzione de' nervi, si risentono i muscoli prodigiosamente per una elettricità affatto impercettibile anche all'elettroscopio di BENNET, il più sensibile di tutti (fatto di due listerelle di foglietta d'oro o d'argento sottilissima): si risentono per una carica della boccetta di Leyden, che arriva appena ad un decimo di grado di tal elettrometro: per accorgersi della quale, e poterla valutare fa mestieri ricorrere al mio *Condensatore* dell'elettricità.

TO VIAU
ANIBOLIA

CONSEGUENZE.

5. Tutte queste sperienze mostrano quanto mai sian facili a contrarsi i muscoli della rana (e ottenendosi presso a poco gli stessi effetti, quanto lo siano anche quelli di altri animali) per lo stimolo dell'elettricità; e quanto c'influiscano i nervi.

6. Posta la quale influenza, di cui non può dubitarsi, è facile comprendere come le diverse preparazioni della rana contribuiscano a renderla semprepiù sensibile alla debolissima elettricità: ciò addiviene in ragione che il fluido elettrico nel suo corso siegue meglio, e più raccolto la via dei nervi.

7. Così dunque nella rana intiera ripartendosi in tante strade esso fluido, quante glie ne offrono le molte e varie parti del corpo, integumenti, vasi, umori ecc., che son pure *deferenti*, tanto meno ne va per i nervi ai muscoli delle gambe; onde questi non si convellono che per un'elettricità di discreta forza (1).

8. Troncata la testa, e infisso l'ago nella spinal midolla, va più diritto il fluido elettrico ai muscoli delle gambe per i detti nervi, e meno se ne disvia: quindi una più debole elettricità produce l'effetto (2).

9. Lasciata la spina dorsale sola, o un tronco di essa coi nervi crurali, ecco che non essendovi che questi, che comunichino ai muscoli delle gambe, basta una menoma elettricità, di cui nulla si disperde per altri conduttori (3).

10. Finalmente basta una menomissima, applicata l'armatura o veste metallica alla spina e ai nervi medesimi (4); perciocchè una tal veste presentando un conduttore perfettissimo a molti punti di essa spina e nervi, per sè soli non abbastanza deferenti, facilita così il corso a maggior dose di fluido elettrico.

Digitized by Google

Elettricità animale spontanea e propria de' membri anche recisi finchè vi dura qualche vitalità.

11. Questa elettricità propria e nativa degli Animali, non estranea e infusa altronde, si manifesta in ispecial modo nelle rane preparate nella maniera qui sopra descritta (3. 4.); e con simile artificio d'isolare i nervi, ed armarli di foglia metallica, si discopre anche negli altri animali, non solo di sangue freddo, ma eziandio di sangue caldo: si manifesta, dico, tal elettricità animale nativa dal suscitarsi le stesse contrazioni muscolari, convulsioni e spasmodie, che si è veduto venir prodotte dall'elettricità artificiale, senza punto impiegar questa, nè debole nè forte, e con non altro che stabilire una comunicazione di *conduttori* dell'elettricità, e massime metallici, non interrotti da alcun *coibente* tra i muscoli e i nervi.

12. E in vero cotest'*arco conduttore* non possedendo nè più nè meno della sua dose naturale di fluido elettrico, non può dar nulla, nè togliere all'animale preparato o non preparato, il quale possegga del pari la dose naturale di fluido uniformemente distribuito, ossia in equilibrio tralle sue parti. Che se dunque un tal arco conduttore (fatto es. gr. di un pezzo di filo metallico piegato a forma di C), applicato quinci al muscolo, e quindi al nervo, dà moto al fluido elettrico, e occasiona le anzidette convulsioni, è pur evidente che esso fluido trovasi tra quelle parti dell'animale in qualche modo sbilanciato; e che l'arco conduttore, o *scaricatore* s'impiega a riparare tale sbilancio, com'è suo proprio ed unico officio. Insomma non può detto arco determinare al moto il fluido elettrico, se questo non vi tende diggià: non può che prestargli la via.

13. Per la rana preparata di fresco, e finchè sostengonsi in pieno vigore le sue forze vitali, possono entrare nel *circuito*, ossia far parte dell'*arco conduttore*, anche dei *deferenti* non perfettissimi, come un corpo d'acqua, una o più persone, e fino de' corpi riconosciuti per molto *cattivi conduttori*, quali sono un tavolo di legno o di marmo non molto umidi, un tappeto, una parte di pavimento, di muro ecc.: solamente i veri *coibenti*, cioè vetri, resine, sete, ecc. impediscono *la scarica* e fan quindi mancare l'effetto delle convulsioni.

14. A misura che languiscono le forze nell'animale, o membri dell'animale recisi, cioè poco dopo la preparazione, cominciano i cattivi conduttori, pietre, muri, legni, panni, ec. a trattenere o ritardare talmente il libero corso del fluido elettrico proveniente da una delle due parti dell'animale (che tende a passare dai nervi ai muscoli, o da questi a quelli), che più non succedono le contrazioni muscolari; per le quali è richiesto un più pronto e rapido passaggio, una violenta incursione (violenta, dico, in proporzione) di esso fluido elettrico.

15. Appresso l'impediscono, o trattengon di troppo, e fanno per conse-

Digitized by Google

guenza che non succedano le convulsioni, anche i conduttori passabilmente buoni, come due o più persone, che si dian mano; poi anche una sola persona; poi l'acqua stessa; e infine le prove non riescono più che con archi conduttori intieramente di metallo lucido e mondo, e con armature metalliche ben adatte, e di qualche estensione, sopra il muscolo e sopra il nervo, ma massime sopra di questo.

RISULTATI GENERALI DI QUESTE SPERIENZE CONCERNENTI L'ELETTRICITÀ ANIMALE PROPRIA.

16. La rana preparata nel modo indicato (3. 4.) si comporta a certi riguardi come una *boccia di Leyden*.

17. La sua carica però, se vuol dirsi tale, è così debole, che non riesce sensibile ai più delicati elettrometri a boccetta, non arrivando a un decimo di grado, e forse neppure a 5. o 6. centesimi di grado del mio a pagliette sottili.

18. Supposta la quale carica, che importa, come è noto, *eccesso* da una parte, e corrispondente *difetto* dall'altra, dico, che dalla parte dei nervi, o nell'interno dei muscoli ove vanno a terminare, sta il *difetto*, e dalla parte più esterna del muscolo medesimo evvi l'*eccesso*.

19. La qual cosa, che non potea scoprirsi colla prova di nessun elettrometro il più squisito, per l'estrema debolezza di tal elettricità, son giunto a scoprirla in altra maniera. Pensai, che adoperando cariche debolissime, non sarebbe stato indifferente qual parte della boccetta applicassi al nervo, e quale al muscolo, quella ov'è l'eccesso, o quella ov'è il difetto; giacchè confrontandosi così due boccie colle parti omologhe, cioè eccesso con eccesso, e difetto con difetto, s'impediscono ambe le scariche; le quali si provocano all'incontro reciprocamente, ove s' affaccino le contrarie elettricità. Or dunque, fatta molte volte la prova, ho veduto, che se la parte della boccetta, che tocca il nervo è positiva, o *in più*, basta a produr le convulsioni una carica di 5. o 6. centesimi di grado del mio elettrometro a pagliette sottili; all'incontro, se tocca il muscolo e al nervo corrisponde la parte elettrica negativamente o *in meno*, non bastano 20. 25. 30. centesimi di grado dell'istesso elettrometro. Dunque ho conchiuso, che il nervo presenta la *negativa*, il muscolo la *positiva* elettricità.

20. Checchè ne sia della pretesa parità colla boccia di Leyden, quello che viene direttamente provato dalle mie sperienze si è, che una forza elettrica prodigiosamente picciola vale a produr l'effetto delle convulsioni, s'ella è applicata in maniera, che il fuoco elettrico si tiri dall'esteriore dei muscoli e si faccia entrare pe' nervi; e che all'incontro tirandolo da questi per portarlo all'esteriore de' primi, vi vuole a far nascere le stesse convulsioni una forza elettrica,

Digitized by Google

sebben picciola ancora, quattro volte almeno maggiore di quella prima. Che però anche quando non s'impiega alcuna elettricità artificiale, ma si dà soltanto libero giuoco alla naturale dell'organo colla semplice applicazione dell'arco conduttore, se questa elettricità sua propria è, come tutto ce lo indica, debolissima, eppur eccita le convulsioni, debbe credersi che la direzione del fluido sia qui pure quella stessa, che col meno di forza produce tali effetti, cioè dal muscolo al nervo, ossia dall'esteriore all'interiore del muscolo per la via del nervo.

21. Conformemente a ciò è naturale il credere, che, se anche nell'animale vivo e intiero vengono i muscoli, segnatamente quelli diretti dalla volontà, eccitati a contrarsi, e compiono i respettivi loro moti e funzioni col ministero pel fluido elettrico, come tutto ci porta a crederlo, è dico, naturale, che esso fluido tenga allora pure la medesima strada e direzione, cioè discenda dai nervi ai muscoli: quantunque produr possa gl'istessi effetti anche scorrendo in senso contrario, quando ciò faccia con forza molto maggiore.

Digitized by Google

NOTE DELLA COMMISSIONE

ED AGGIUNTE TRATTE DAI MANOSCRITTI DI A. VOLTA

A dare un' idea di quanto si pensasse dai fisici ed in particolare dal Volta intorno all' elettricità animale qualche anno avanti la scoperta del Galvani pubblichiamo la seguente lettera voltiana che, per la sua esposizione sintetica, chiara e rigorosa, merita di essere qui posta in evidenza:

LETTERA DI A. VOLTA A M.ME LE NOIR DE NANTEUIL.

Madame

Je ne vous ferai pas des excuses, Madame, de ce que je ne vous ai pas envoyé le petit écrit sur l'électricité animale, le jour que je vous avois promis: vous les aurez sans doute prévenues, en réfléchissant que le tems me manquoit ce jour-là, qui fut la veille de mon départ. Mais enfin la meilleure excuse que je puisse vous faire, est de vous remettre ce même écrit de Londres, où étant arrivé le 3.me de ce mois, je songeai aussitôt à remplir mes engagements.

De l'Electricité Animale.

( ) En frottant le dos d'un chat, en étrillant un cheval, en peignant les cheveux, lorsqu'ils sont secs, on entend des pétillements, et on voit des étincelles; les poils et les cheveux hérissés se repoussent mutuellement, tandis qu'ils attirent et sont attirés par d'autres corps: en un mot tous les signes électriques se manifestent, et sont même très-forts quand le tems est à la gélée et que l'air est très-sec.

Les mêmes phénomenes ont lieu et dans les mêmes circonstances en tirant ses manchettes, ses bas, sa veste de laine ou de castor, et sur-tout si on a sur la jambe deux bas de soye neufs l'un blanc et l'autre noir, losqu'on vient à les séparer.

( ) L'electricité est si vive quelquesfois, qu'il paroît des traînées de lumiere au lieu d'étincelles; de sorte que ce qu'on nous rapporte des flammes

Digitized by Google

legeres, qu'on a vu voltiger autour de la tête de quelques personnes, et du corps des chevaux, n'étoit vraisemblablement autre chose que ces aigrettes électriques, que la surprise, et l'amour du merveilleux a fait beaucoup exagérer.

( ) On a voulu appeler cette électricité *électricité animale*, de même que celle qu'on a observé naître comme spontanément dans les plumes de quelques perroquets vivants; mais on a eu grand tort, vu que l'animal vivant ou mort, ne contribue rien à cette électricité, qu'elle ne tient à aucune fonction vitale, étant produite simplement par le frottement des poils, de la soye, de la laine, et du linge même, qui, lorsqu'ils se trouvent parfaitement secs, sont des excellents *idioélectriques*, tout aussi bien que le bois séché, le papier ec. ( ).

L'animal qui porte ces corps peut tout-au-plus en favoriser l'électrisation en ce qu'il y entretient une douce chaleur, qui est d'un si grand avantage pour les corps de cette espece: cela est si vrai, qu'un bois ou un métal chaud au même degré sur lequel on étendra une tresse de cheveux, une pelisse, les bas de soye ec. favorisera également, et mieux même que la personne vivante l'électricité de ces corps, vu qu'il n'y aura point de transpiration humide.

( ) Pour donner le nom d'*électricité animale* il faut en trouver une qui soit essentiellement liée à la vie, qui tienne à quelqu'une des fonctions de l'économie animale. Mais une telle électricité existe-t-elle? Oui: on l'a découverte dans la *Torpille*, et dans l'*Anguille tremblante* du Surinam, que les Naturalistes appellent d'après Linnée *Gymnotus electricus*. Le premier de ces poissons a une forme aplatie, et se trouve dans la Méditerranée, rarement dans l'Océan: le second est un poisson d'eau douce, qui habite les rivieres du Surinam et de la Cayenne.

( ) Les anciens connoissoient très-bien la Torpille, et cet engourdissement singulier qu'elle produit dans le bras qui vient à la toucher médiatement ou immédiatement. Pline entr'autres en parle d'une maniere assez claire. C'est cette sensation d'engourdissement que produit ce poisson, qui lui a fait donner le nom latin de *Torpedo*.

( ) On $\overset{\text{avoit}}{\underset{\text{a}}{}}$ imaginé plusieurs hypotheses plus ou moins ingénieuses pour expliquer ce phénomene extraordinaire; mais rien de plus. Après la découverte des principaux phénomenes électriques quelques Physiciens, nommément *s Gravesande* et *Musschenbroek* sentant l'insuffisance de toutes ces explications simplement mechaniques, et apercevant une grande ressemblance entre la commotion que donne le poisson dont il s'agit, et celle produite par la bouteille de Leyde, jugerent que ces deux phénomenes pourroient bien être de la même espece, et produite par la même cause, c'est-à-dire par l'électricité. Mais il étoit réservé a Mr. *Walsh* membre de la Société Royale de Londres d'en démontrer la parfaite identité par des expériences sans replique. Mr. *Bayen* médecin du Roy à la Louisianne l'avoit déjà prévenu dans quelques

Digitized by Google

unes de ces expériences sur l'Anguille tremblante: il avoit fait voir que la commotion ne se propageoit que par les bons conducteurs de l'électricité, et étoit absolument arrêtée par les corps isolants; qu'une chaîne de personnes se donnant la main et faisant circuit étoient frappées à l'instant ec.: le tout enfin comme avec une bouteille de Leyde. Mr. Walsh de son coté faisoit les mêmes expériences, et les poussoit beaucoup plus loin: il nous démontra comment le ventre et le dos de la Torpille, le museau et la queue de l'Anguille tremblante font fonction des deux surfaces de la bouteille de Leyde. Il nous fit voir que la plus petite interruption dans la chaîne des conducteurs arrête cette décharge électrique, et empêche par-là qu'on puisse jamais obtenir d'étincelle; et voici l'explication qu'il en donne:

( ) Voyant que tout cela a lieu de même dans la décharge d'une *Batterie électrique* très-grande, mais très-foiblement chargée, qui ne laisse pas de donner une forte commotion, mais seulement par un contact immédiat, et sans étincelle sensible, il juge conséquemment que la Torpille décharge une très-grande quantité de fluide électrique, de même qu'une telle batterie, mais avec peu d'énergie, avec une faible *tension* (selon ma maniere d'expliquer); de sorte que ni l'une ni l'autre de ces décharges, qui d'ailleurs se ressemblent en tout point, ne peut franchir la moindre interruption.

( ) Mr. Walsh trouvant que l'Anguille tremblante donne une secousse beaucoup plus violente que la Torpille, jugea que celle-là pouvoit non seulement décharger une très-grande quantité de fluide électrique, mais aussi le lancer avec plus d'énergie: il compara l'Anguille à la même batterie électrique chargée à un degré de force (ou de *tension* selon moi) plus perceptible: aussitôt il conçut l'espérance d'en obténir une étincelle; ce qui lui réussit très-bien: voilà comme il fit l'expérience.

( ) Il coupa transversalement avec un canif une feuille de métal collée sur une lame de verre, de sorte qu'il y eût la plus petite solution de continuité possible; et mit cette feuille dans le circuit: à l'instant qu'on toucha avec un bout de l'arc conducteur la tête de l'Anguille l'autre bout communiquant avec la queue, l'étincelle eclata à l'endroit marqué par la dite interruption de la feuille métallique.

( ) Il est bien étonnant qu'un animal puisse mouvoir à son gré le fluide électrique, le condenser dans une partie de son corps, le raréfier dans l'autre, et le lancer enfin à travers des conducteurs, qui, si l'animal est dans l'air, doivent former le circuit, et le ramener par là à l'equilibre. Il l'est encore plus que cette charge et décharge puisse s'opérer dans l'eau, qui est un conducteur elle-même, et que le courant électrique attrappe justement le bras de l'homme plongé pour le toucher, ou un autre poisson qui nage auprès de lui (qui est frappé de maniere à ne pouvoir plus se soustraire à la gueule dévorante de l'animal électrique).

Digitized by Google

( ) Il est vrai qu'on explique cela parfaitement bien par la même supposition de la très-grande quantité de fluide électrique déchargé à l'instant, qui doit se porter de préférence sur les conducteurs meilleurs que l'eau, tels que les métaux et les animaux vivants: ce qui a lieu de la même maniere avec la décharge d'une grande batterie, quelque peu de *tension* qu'elle ait. Mais toujours reste-t-il à savoir comment un petit animal peut mouvoir à volonté une si prodigieuse quantité de fluide électrique, et par quel moyen.

( ) On ne doute point que la Torpille de même que l'Anguille tremblante n'ayent pour cette fonction un organe particulier. Le même Mr. Walsh est allé plus loin: il a découvert dans la dite Anguille ce qu'on peut appeler proprement un *sens électrique.* Si on plonge dans le baquet d'eau où elle se trouve un, deux, ou plusieurs bons conducteurs, mais interrompus, l'animal n'en paroît aucunement affecté; mais si tôt qu'on vient à établir une comunication entre deux de ces conducteurs plongés pour compléter le circuit, qu'on réunit même les parties qui restent hors du baquet, l'animal s'agite, accourt, et porte l'extrémité de sa tête à un bout de cet *arc conducteur* comme pour le flairer, y fait la décharge électrique, qui frappe la personne ou les personnes intermédiaires, supposé que celles-ci fassent la chaîne de réunion des deux conducteurs.

( ) Voilà jusqu'où l'on a porté les découvertes sur l'*électricité animale.* On pourra sans doute les pousser plus loin. Mr. *Walsh* n'a pas même publié tout ce que nous avons rapporté ici touchant l'explication des phénomenes: il n'a donné qu'une relation des expériences capitales. Mr. *Cavendish* aussi membre de la Société Royale y a suppléé en quelque façon par un excellent mémoire qui se trouve dans les Transactions Philosophiques, où il décrit même une espece de *Torpille artificielle* qu'il a faite, et qu'il met en jeu en y faisant aborder lorsqu'elle est plongée dans l'eau la décharge d'une grande batterie électrique. Comme par ce moyen une grande quantité de fluide électrique se meut dans la Torpille une main plongée dans l'eau qui se trouve à portée en reçoit une grande secousse ec. Notre explication fondée sur la très-grande quantité de fluide électrique, mais douée d'une très petite *tension* ou énergie s'accorde donc parfaitement avec l'explication et les expériences de Mr. *Cavendish,* qui est lui-même d'accord avec Mr. *Walsh,* de qui je tiens cet aveu, et une quantité de détails qu'il m'a communiqués dans une conversation que j'eus dernierement avec lui.

Encore deux mots, Madame, pour finir la lettre que j'ai commencée. Je vous prie, s'il est possible, de faire tenir la copie des écrits que je vous ai dictés à *Mad.e la Marquise Doria Villani, Hôtel d'Hambourg, rue Jacob.* J'ai eu pour venir ici un assez bon voyage, n'ayant resté sur mer d'Ostende à Margate que 14 heures, et n'ayant souffert des nausées qu'une heure. Je suis fort

Digitized by Google

content de Londres, où je resterai jusqu'à la moitié de Juin: je compte avant ce tems de faire un tour à Bath, Oxford, Birmingham, et Manchester, pour voir sur-tout des Manufactures. Ici j'ai déjà fait la connoissance de plusieurs Savants, mais point de Dames. Le Courier va partir, et je n'ai pas le tems de relire tout ce que j'ai écrit. Veuillez bien, Madame, faire mes très-humbles complimens à Mr. votre Pere, et à votre moitié, et à Mr. le Marquis de Bullion, et vous souvenir quelquesfois de celui qui vous a fait perdre des soirées à écrire, et qui croira toujours gagné le tems qu'il employera à vos services, ajoutant cela à l'honneur qu'il a d'être avec un profond respect

Madame

à Londres ce 14. Mai 1782.

Votre très-humble, très-Obéissant
Serviteur ALEXANDRE VOLTA.

A Madame
Madame de Nanteuil
rue des Capucines
Hôtel de la Police
à PARIS.

Alla lettera « SOPRA L'ELETTRICITÀ ANIMALE » *del* V. *al Dott.* BARONIO *precede in Br. Giorn. una lettera:*

di DON BASSANO CARMINATI *Professore di Medicina nella Università di Pavia al Sig.* DOTTORE GALVANI *dell'Instituto di Bologna* (3 *Aprile* 1794) *ed una lettera del Dott.* LUIGI GALVANI *al Prof.* DON BASSANO CARMINATI (8 *Maggio* 1792), *sullo stesso argomento della lettera Voltiana.*

Digitized by Google

II.

MEMORIA PRIMA

SULL'ELETTRICITÀ ANIMALE.

del Signor

DON ALESSANDRO VOLTA

Membro della Società Reale di Londra e di molte altre Accademie
Prof. di fisica particolare e sperimentale nella R. I. Università di Pavia.

Pavia, 5 *Maggio* 1792.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
Br. Giorn. T. II. pg. 146.	Cart. Volt.: J 1 β III; J 1 β IV; J 3 α III;
Ant. Coll. T. II. P. I. pg. 13.	J 3 β; J 3 γ; J 12 α; J 84 α; J 87 B;
Traduz. ted. Mayer. Prag. 1793.	K 20 β; K 20 γ.

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da Br. Giorn.
DATA: « Pavia, 5 Maggio 1792 » si legge in nota di Br. Giorn.

J 1 β III; J 1 β IV; J 3 α III; J 3 γ; J 84 α; K 20 γ: sono brevi frammenti.
J 3 β è un Mns. di 4 facciate.
J 12 α è la minuta di un brano in argomento mancante al testo e che si pubblica.
K 20 β è una minuta precedente, in forma di lettera all'Abate A. M. Vassalli scritta il 1° Aprile 1792.
J 87 B è uno schema di distribuzione della materia nelle Memorie sull' elettricità animale, che non corrisponde a queste Memorie.

Digitized by Google

Digitized by Google

MEMORIA PRIMA

SULL'ELETTRICITÀ ANIMALE. (a)

PARTE PRIMA

Scoperta del sig. GALVANI, e confronto di essa colle cognizioni, che finora si avevano intorno all'elettricità animale.

§ 1. La Dissertazione da pochi mesi pubblicata dal Dr. Galvani dell'Istituto di Bologna, e Professore di quell'Università, celebre per altre scoperte anatomiche e fisiologiche, sull'azione dell'Elettricità nel moto muscolare (*b*), contiene una di quelle grandi e luminose scoperte, che meritano di far epoca negli annali delle scienze fisiche e mediche, non tanto per ciò che ha in se stessa di nuovo e di mirabile, quanto perchè apre un largo campo di ricerche non men interessanti che curiose, e di utilissime applicazioni. L'esistenza di una vera e propria *Elettricità animale*, vale a dire che eccitasi di per se negli organi viventi senza indurvene punto di straniera, cioè di quella già eccitata con qualsisia artificio in altri corpi; elettricità appartenente a tutti gli animali a sangue freddo, e a sangue caldo; che trae origine dall'organizzazione medesima, e dura e si mantiene anche ne' membri recisi, finchè avvi un residuo di forze vitali e il cui giuoco ed azione si esercita primieramente tra nervi e muscoli; è ciò che viene provato ad evidenza nella terza parte di quest'Opera con molte sperienze ben combinate, e accuratamente descritte.

§ 2. Senza qui riferire in detaglio cotali sperienze, ci basterà di dar un'idea generale sì del modo loro, che dei maravigliosi effetti. Consistono dunque questi nel veder eccitate vive e forti contrazioni ne' muscoli, e gagliardi movi-

---

(*a*) Discorso recitato nell'Aula dell'Università (*di Pavia*) in occasione di una Promozione il dì 5 Maggio 1792.

(*b*) *Aloysii* Galvani *de Viribus Electricitatis in Motu Musculari Commentarius.* Bononiae 1791. in 4° di pag. 58, con quattro grandi tavole di figure.

Digitized by Google

menti in tutto l'arto, egualmente che si ecciterebbero adoperando coll'elettricità artificiale, senza punto impiegar questa nè debole nè forte, col solo applicare un'estremità di un *arco conduttore* qualunque al muscolo, e l'altra estremità al suo nervo, il quale trovisi o semplicemente staccato da tutto il resto, e messo a nudo, o meglio rivestito in gran parte di una foglietta metallica: delle quali operazioni avrem campo di parlare ampiamente in progresso.

§ 3. Or l'arco conduttore così semplicemente applicato, è noto a chi abbia anche solo leggier tintura della Scienza elettrica, non poter indurre elettricità alcuna; ma bene aver per proprio ed unico officio di toglier quella che già esista, di rimettere in equilibrio il fluido elettrico già sbilanciato, trasportandolo da' luoghi in cui prevale per quantità o per tensione, a quelli in cui è deficiente: e appunto per questo si chiama *arco conduttore* o *scaricatore*. Dobbiam dunque presumere, che in tale stato di elettricità, ossia di sbilancio del fluido elettrico nelle relative parti trovinsi naturalmente costituiti codesti organi dell'animale, se il semplice arco conduttore dà luogo alle sopradette contrazioni del muscolo: che dico presumere? Dobbiam avere la cosa per certa, cioè che non altro che il fluido elettrico produce in tali circostanze codesti moti muscolari, e non altrimenti li produce, che trovandosi nell'indicato modo sbilanciato tra parte e parte dell'animale, e venendo dall'arco conduttore portato all'equilibrio.

§ 4. Del resto quest'arco conduttore può essere di uno, di due, o più pezzi di metallo in tutto o in parte, ed anche di altri corpi, che siano però *deferenti* dell'elettricità, come l'acqua, i corpi animali, i panni, legni, muri, purchè non troppo secchi, ecc. In somma quello, che vi vuole acciò succeda a dovere la scarica di una *boccia di Leyden*, cioè che nel *circuito*, ossia strada che ha da percorrere il fluido elettrico per portarsi dalla superficie della boccia che ne ridonda all'altra che ne scarseggia, non si frapponga alcun corpo *coibente;* quello stesso si richiede anche qui per l'animale preparato nel modo suddetto, acciò il fluido elettrico, che sostiensi naturalmente sbilanciato, in virtù della propria organizzazione, tra nervo e muscolo, o tra l'interiore e l'esteriore del muscolo medesimo (com'è più probabile), si traduca dall'uno all'altro termine colla necessaria prontezza.

§ 5. Quindi a misura, che col venir meno della *vis vitae* illanguidisce l'accennata potenza elettrica, sia riguardo l'azione, per cui il fluido elettrico si va sbilanciando nelle opposte parti, tra il nervo cioè e il muscolo, o tra l'interiore e l'esteriore di questo, come s'è detto, sia riguardo la forza onde viene esso fluido sollecitato all'equilibrio, ecco che cominciano, se non a intercettare assolutamente tal passaggio, a ritardarlo di troppo molti corpi anche non assolutamente coibenti, in ragione cioè che sono men buoni conduttori. Il pavimento della stanza, le muraglie, i tavoli di marmo, o di legno asciutti, i tappeti ecc. sono assai poco deferenti; epperò anche i primi, che entrando a

Digitized by Google

far parte dell'arco conduttore o circuito, non servono più bene alla scarica, la trattengono o ritardan così, che non han più luogo le convulsioni nell'animale preparato, che accadevano prima, quand'erano cioè nel maggior vigore le di lui forze vitali. Poco dopo, scemate maggiormente coteste forze, non serve più neppure una catena di persone che si dian mano, ed è inutile di tentare l'esperienza in questo modo; indi ne anche una persona sola, che faccia officio di arco conduttore, è a proposito; appresso neppure l'acqua; e da ultimo neppure molti pezzi di metallo concatenati, riuscendo soltanto l'esperienza con un arco conduttore metallico di un pezzo solo, o di due al più; ai quali se frappongasi checchesia altro anche picciolissimo in grossezza, e. g. una sottil carta, tanto basta per impedire la libera e pronta trasfusione del fluido elettrico, quale è richiesta a far nascere la contrazione de' muscoli.

§ 6. Or anche in ciò si riscontra nel membro od organo dell'animale, cioè nel muscolo unito al suo nervo, una grande analogia colla *bottiglia di Leyden;* giacchè si ritarda nella stessa maniera per l'interposizione degli stessi corpi la scarica sibbene di questa, e quasi s'impedisce del tutto, se sia l'elettricità debolissima, potendosi solo compiere in questo caso detta scarica a dovere col mezzo di un arco conduttore tutto metallico e continuo, anzi pure di un solo pezzo. In somma corrispondono per tutto quello che ha rapporto alla diversa attitudine de' corpi a trasmettere il fluido elettrico, cioè massima de' metalli che sono perfetti *deferenti*, men grande degli altri conduttori meno perfetti, e minore a proporzione appunto che lo son meno, fino alla niuna attitudine de' veri *coibenti*, corrispondono, dico, puntualmente, siccome la prontissima e intiera, la più o men tarda e imperfetta, e infine l'impedita scarica d'una boccetta di Leyden, così pure il facilissimo, il più o men difficile, e il niun successo delle contrazioni muscolari nell'animale preparato, cui si applica l'arco conduttore.

§ 7. In vista di che chi potrà dubitare che siano questi moti de' muscoli cagionati da un simile giuoco del fluido elettrico, sbilanciato naturalmente tra l'interiore e l'esteriore di essi muscoli, o tra questi e i nervi, come lo è per arte nelle opposte superficie di una boccetta carica, e portato dal detto arco all'equilibrio?

§ 8. Tale è il complesso delle sperienze, e la sostanza della scoperta del Sig. GALVANI relativamente all'Elettricità animale. La quale scoperta è veramente grande e originale: poichè, sebbene fosse noto già da un pezzo, che la *Torpedine* (Raja Torpedo L.) e l'*Anguilla tremante* (Gymnotus electricus L.) posseggono la facoltà di dare una vera scossa elettrica alla maniera della boccia di Leyden; ad ogni modo essendo propria siffatta virtù prodigiosa soltanto di alcuni pesci singolarissimi (*c*) e d'altra parte sembrando dipendere da un

(*c*) Oltre la *Torpedine*, che è del genere delle *Raje*, e l'*Anguilla tremante* di Surinam, ch'è

Digitized by Google

apparato d'organi particolare, come l'anatomia di tali pesci lo fa vedere, ed essere in balìa dei medesimi il dare o non dare questa scossa, non si teneva comunemente, nè v'era ragion di pensare, che un giuoco simile di elettricità succedesse e avesse tanta parte nelle funzioni animali di tutti gli altri viventi, ne' quali nulla scoprivasi dell'accennata virtù di dar la commozione elettrica. Credeasi dunque, non trovandosene niun altro dotato neppure nel minimo grado di tal potere di scuotere, e questi *animali elettrici* all'incontro essendolo a un sì alto segno, credeasi che fosse tutta particolare e propria di essi soli l'*Elettricità animale*, che una tal prerogativa la possedessero essi esclusivamente.

§ 9. Ciò, dico, credeasi generalmente dai Fisici e Fisiologi, eccetto alcuni, i quali prendendo mal a proposito per elettricità animale quella eccitata dallo stropicciamento de' peli nelle bestie, de' capelli e delle vesti negli uomini, confondeano affatto le cose, con tenere l'artificiale estrinseca per una elettricità naturale intrinseca de' corpi viventi.

§ 10. Questa pretesa elettricità animale, che in fondo non era che la solita artificiale prodotta da stropicciamento, giacchè le istesse vesti e peli strofinati con qualsiasi corpo inanimato, sol che mantengansi da un blando calore asciutti, si elettrizzano egualmente che strofinati sulla pelle dell'animal vivo, questa, dico, pretesa elettricità animale si è cercato di sostenerla dai più zelanti partigiani suoi con alcune più curiose sperienze e osservazioni, dell'istesso genere però: coll'elettricità spontanea in certo modo, nè tanto debole, nelle penne de' vivi Pappagalli a certi tempi, e con quella debolissima invero, ma pur sensibile ai delicatissimi elettrometri, di un uomo, il qual facendo prima qualche passo, od agitando comechesia braccia e corpo, salga sopra uno sgabello isolante, e tocchi colla mano uno di tai elettrometri sensibilissimi, quali sono quelli di CAVALLO e di BENNET.

§ 11. Ma il soffregamento delle penne fra loro, e colla pelle, quando il Pappagallo le arriccia, ed esse trovinsi ben bene asciutte, basta a spiegare il primo fatto, senza che si debba ricorrere ad alcuna elettricità propriamente animale: e pel secondo fatto dell'Uomo, si prova appunto che non è elettricità animale, che abbia origine cioè da alcuna funzione o virtù propria degli organi, quella di cui la persona dà segni nell'accennate circostanze, bensì che viene dallo stropicciamento delle vesti (e basta talvolta quello che produce il solo moto della respirazione), dall'osservare, che salendo l'uomo nudo sullo

---

propriamente un *Gimnoto*, due altri pesci si annoverano in oggi tra quelli che danno la scossa elettrica. Uno di essi descritto già da ADANSON, e da lui chiamato *Trembleur*, poi da FORSKAL, e più esattamente da BROUSSONNET (*Mém. de l'Acad. des Sc. a.* 1782 e *Journ. de Phys.* 1785, *Aôut*) che ne dà anche la figura, appartiene al genere dei *Siluri*, e vive ne' fiumi d'Africa: l'altro descritto nelle *Transazioni Anglicane* (1786, Vol. 76, pag. 11) parimente colla sua figura, appartiene al genere dei *Tetrodon*, e si truova nei mari dell'Indie e dell'America.

Digitized by Google

sgabello isolante, e toccando l'elettrometro sensibilissimo, non gli fa allora dare alcun segno, come ha provato il Sig. SAUSSURE [1].

§ 12. Nè maggior caso dee farsi di altre prove di simil conio, p. e. quella dei nervi seccati al forno, con cui COMUS (quel rinomato giocoliere fisico) avendo costrutto un disco, che montato al modo di una macchina elettrica e fregato da ben adatti cuscini, eccitava viva elettricità, pretese dimostrare l'identità del fluido nerveo coll'elettrico; giacchè le stesse sperienze possono farsi con legno, e con cartone, seccati egualmente nel forno, ed io costrutto già avea con tali corpi delle macchine elettriche belle e buone (*d*). Simili sperienze coi nervi, od altre parti animali, possono solo imporne a chi non sa, che tutti i corpi, sia animali, sia vegetali, sia minerali, spogliati a dovere d'umido riescono *coibenti* e *idioelettrici*, cioè eccitabili per istrofinamento (*e*), esclusi soltanto i metalli, che sono essenzialmente perfetti *conduttori* ed *anelettrici*.

§ 13. Non deggio però dissimulare altre sperienze più speciose, e che con qualche più d'apparenza han potuto dar indizio, o almeno crear sospetto anche ai più giudiziosi di un'elettricità animale nel vero e proprio senso; ma che a me sono sembrate, siccome alla maggior parte dei Fisici, non avere neppur esse sodo e bastevol fondamento: alcune perchè ancora complicate coi fenomeni dell'elettricità artificiale; altre perchè affatto singolari, isolate ed uniche, vuo' dire di un evento totalmente fortuito, cui essendo riuscito a taluno di ottenere, non si sa come, una volta sola (seppur è che si ottenesse quale ce lo riferiscono, e niente vi sia stato d'illusione o di sorpresa); fur vani in appresso i tentativi, e più non corrispose il successo all'esperienza. Di questo genere è il fenomeno riportato da NOLLET, di uno, che preso in grembo un gatto, mentre trattenevasi a strofinargli i peli della schiena portando un dito alla punta del naso ne trasse una scintilla, e ne ricevè tale scossa nel braccio e in tutta la persona, come se scaricata avesse sopra di sè una boccia di Leyden. Simile scossa e scintilla, sebbene non così forte, attesta aver ottenuta più volte dai gatti stropicciati, ripetendo le sperienze del Sig. D. Alessandro TONSO, il Ch. Ab. VASSALLI (*f*) ma più sorprendente ancora è ciò, che riferisce COTTUNIO esser avvenuto a lui medesimo nello sparare un sorcio vivo: tenealo impugnato nella sinistra, e stringeva fortemente la coda tra il dito mignolo e l'anulare, mentre afferrato un temperino colla destra e cominciato a tagliar gl'integumenti, era già venuto a scoprire in parte i visceri: come dunque arrivò

(*d*) Ho descritto cotai macchine di cartone e di legno tosti in una Dissertazione pubblicata fin dal 1771, col titolo *De Corporibus eteroelectricis, quae fiunt idioelectrica, Experimenta atque Observationes.*

(*e*) È questo il principale soggetto della citata mia Dissertazione.

(*f*) Memorie Fisiche. Torino 1789. Sperienze sopra l'elettricità de' topi di casa e de' gatti domestici.

Digitized by Google

più addentro colla punta fu improvvisamente colpito da una fortissima commozione nelle braccia e nel petto, di cui si risentì per più d'un giorno.

§ 14. Un tal fenomeno sorprendentissimo certo direbbe molto per l'elettricità animale, se non essendo riuscita l'esperienza che una sol volta, non lasciasse molto dubbio intorno all'evento, e alla sua causa. Or dunque tralascio tutte queste sperienze o incerte o equivoche, sulle quali non si può fare gran fondo, cui però mi basta di aver accennate così di volo; e passo a dir qualche cosa di più particolare d' una, che a me pure, avendola più volte ripetuta, ha fatto molta specie, e mi è sembrata provar qualche cosa. Questa sperienza vien riferita, ma oscuramente (per qualche, cred'io, riguardo di pudore) in certe Tesi latine stampate due anni sono dal già lodato Ab. VASSALLI Professore di Filosofia in Tortona (*g*), il quale poi da me richiesto ebbe la bontà di darmene piena contezza; e d'allora è, che la ripetei, or con successo, ed ora (per qual cagione nol so) senza successo.

§ 15. Consiste questa sperienza nel ricevere l'orina, all'atto che si getta in un bacino metallico isolato; con che se ne hanno segni, nè tanto deboli, anzi talvolta discretamente forti di *elettricità negativa*, a segno cioè di far divergere i pendolini di un elettrometro di CAVALLO, otto, dieci, e più linee. Pensai, è vero, sulle prime, che potesse nascere tal elettricità dallo sparpagliamento delle goccie, in quella maniera che una simile *elettricità negativa* si produce nelle cascate d'acqua, giusta la bella scoperta del Fisico TRALLES, ed anche ne' getti delle fontane artificiali, come ho io verificato (sia che venga eccitata cotal elettricità dallo sfregamento delle gocciole e de' vapori fra loro e coll'aria, come opinava da principio il Sig. TRALLES medesimo; sia che nasca dall'evaporazione di coteste gocciole che formano la minutissima spruzzaglia qual fumo, o nebbia, dalla trasformazione vuò dire, che esse gocciole subiscono in vapor elastico, come è assai più probabile, ed ho spiegato diffusamente nelle mie *Lettere sulla meteorologia elettrica* (*h*), e l'autore medesimo, abbandonata quella sua prima opinione, ne convenne finalmente meco): pensai, dico, da principio, che venisse prodotta come che sia dallo sparpagliamento delle goccie, e dal fumo e vapori esalanti dal getto d'orina, l'elettricità negativa che in lei talora manifestavasi, ossia nel vaso che l'accoglica. Ma un getto sì picciolo, qual fa l'orina sortendo dal corpo, e la pochissima spruzzaglia che ne viene, il poco fumo e vapori, difficilmente io m'induceva a credere che bastar potessero a produrre un'elettricità cotanto sensibile. Molto più poi accrebbero i miei dubbi le prove che ho fatte di spingere la stessa orina calda fuori da una grande sciringa, in copia, e con impeto maggiore di quello avvenga allorchè si spande naturalmente: colle quali prove varie volte ripetute, e in più modi,

(*g*) *Theses Philos. ecc. Derthonae*, 1790.

(*h*) Lett. 7 nel tomo IX e X della *Biblioteca Fisica d'Europa* 1789.

Digitized by Google

non mi è mai venuto fatto di ottenere il minimo segno d'elettricità. Allora nacque anche in me il sospetto, e quasi m'indussi a credere, che l'elettricità manifestata dall'orina al sortire dal corpo procedesse da vera e propria elettricità animale; pur non ebbi ancora la cosa per decisa: vi volevano altre prove più dimostrative per vincere la mia incredulità in fatto di Elettricità animale.

§ 16. Fin qui delle sperienze e osservazioni intraprese da' Fisici, e da molti di loro tenute per tali, che stabilissero una vera elettricità animale: ciò che per altro concluder non si poteva, essendo la maggior parte di tali sperienze mal intese, ed altre per lo meno equivoche, come abbiam fatto osservare, e niuna dimostrativa o corredata di tutti i caratteri, che si richiedono per escludere ogni dubbio. Un'ampia raccolta di siffatte sperienze e osservazioni, un cotal impasto di buone e cattive, ne offrono varie opere, altronde stimabilissime, di BERTHOLON, GARDINI, VASSALLI, ed altri simili opuscoli e memorie.

§ 17. Or dopo aver dato un succinto ragguaglio delle sperienze e fatti reali, sopra di cui han creduto alcuni Fisici poter fondare la pretesa elettricità animale, sperienze, in cui si hanno sibbene segni visibili di elettricità, ma che può essere, ed è probabilmente tutt'altra che vera animale, non sarà fuor di proposito il dir qualche cosa anche delle congetture e ipotesi puramente ideali di alcuni Fisiologi riguardo ad una qualsiasi elettricità animale, concepita cioè in una maniera più o men propria, in un senso determinato e fisso, o vago e indeterminato. Quelli tra i Fisiologi, che concepiron la cosa più vagamente e in astratto, si contentaron di riguardare i supposti *Spiriti animali*, o fluido nerveo, destinati, giusta l'opinione più ricevuta, a portare le esterne impressioni al sensorio comune, ed a produrre trascorrendo a' cenni della volontà per la via de' nervi a' muscoli di ciascun membro, la contrazione di essi muscoli, e i moti che ne dipendono, si contentaron di riguardare cotesti spiriti animali inservienti alle sensazioni e ai moti volontari, per un fluido sottilissimo, mobilissimo, ed attuosissimo di una natura analoga alla luce, all'etere, al fluido elettrico (*i*): e ciò per ispiegare in qualche modo la celerità istantanea, con cui il supposto trascorrimento del fluido operatore dee farsi, giacchè in un istante si compiono gl'indicati effetti. Riduceansi pertanto a considerare i nervi in certo modo quai *conduttori* dei detti *Spiriti animali*, o fluido nerveo, come i metalli lo sono del fluido elettrico, senza punto determinare qual fosse di codesto fluido animale la vera specifica natura, chiamandolo soltanto elettrico, etereo, o simile, quasi per metafora, ossia per dinotare alcuna sua dissomiglianza nell'agire con tali fluidi sottilissimi e attivissimi, fuoco, luce, etere, vapor elettrico. Che se insistevano un poco più sull'analogia con quest'ultimo,

(*i*) Un fluido lucido stimollo l'istesso NEWTON *Inves. opt.* V. HALLER *Elem. Physiol. Edit. Lausan.* in 4° Tom. IV, lib. X, pag. 378, ove riferisce le somiglianti opinioni di molti Autori.

Digitized by Google

tutto alfine riduceasi a supporre, senza concepirlo un tal giuoco o funzione di un tal qual fluido, come elettrico: che è poi quanto spiegar niente. Or i Fisiologi ch' ebbero idee così vaghe e indeterminate, neppure debbono annoverarsi fra i sostenitori dell'elettricità animale, sebbene usurpassero sovente il nome di elettricità.

§ 18. Ma ben ve n'ebbero altri, che andaron più innanzi, massimamente coll'indicata analogia de' *conduttori*, e che spingendo più in là le congetture, voller determinatamente supporre, che gli spiriti animali avessero non che l'indole e natura di un fluido etereo qual si fosse, ma quella propria del fluido elettrico, e giunsero quindi a dichiararli per l'istesso fluido identico. Gli autori e sostenitori di questa opinione, alla testa de' quali dee porsi de SAUVAGES (*l*) l'appoggiavano principalmente alla conosciuta somma efficacia del fluido elettrico di irritare i muscoli, la qual arriva al segno, che quando un muscolo dell'animale già morto, oppur di qualche membro reciso, non si risente più ad alcun altro stimolo meccanico o chimico, allora poco fluido elettrico, che o colpisca con una mediocremente viva scintilla il muscolo medesimo, od anche non ferendolo immediatamente sia portato a scorrere per esso con sufficiente rapidità, è valevole a ravvivarlo in certo modo, e metterlo in contrazione: dal che concluder volevano, che trovandosi il fluido elettrico il più efficace fra tutti e sovrano agente per l'irritazione e moto de' muscoli, fosse più che probabile, che di esso appunto si valesse la natura a tal uopo nell'animale economia. E qui si presentava ai nostri Fisiologi, e ne avvalorava le congetture, il riflettere come infatti la Natura se ne serve ne' sopramentovati *animali elettrici*, cioè la *Torpedine*, l'*Anguilla tremante* ecc. In questi fa ella sfoggio in certa maniera, ed è molto prodiga, armandoli di una potenza elettrica, che ridonda e scoppia anche al di fuori a lor talento, quando cioè piace a tali animali di produrre la scossa in chi s'avviene a stuzzicarli, o a toccarli sia immediatamente, sia per mezzo di buoni conduttori dell'elettricità; in tutti gli altri animali si contiene più economa la Natura, e si restringe agl'usi interni, cioè alle funzioni animali e vitali: dir si potrebbe, che a que' primi ha concesse armi e batterie, onde combattere e atterrar nemici, e conquistar prede (come infatti se ne servono di tal poderosa elettricità non solo a difesa, ma a procacciarsi un pasto de' pesci così tramortiti dal colpo elettrico); e che

---

(*l*) V. HALLER op. cit. e Collect. Tom. I, p. 1925. Molti Autori potrebbonsi qui citare, DU FAY, LE CAT, LE CAMUS, KESSLER, HUBER, BESECKE, DES HAIS, ed altri, oltre i già lodati GARDINI, BERTHOLON ecc., molte Dissertazioni e Tesi su questo argomento. Una assai recente, che raccoglie parecchie autorità, e presentando in succinto ciò che si è detto e pensato fin qui, sviluppa alcune nuove idee, è la seguente: *Dissertatio Philosophica inauguralis sistens examen de Electricitate Corporum Organicorum.* Auctor Edmundus Josephus SCHMUCK Heidelbergae 1791.

Digitized by Google

agli altri animali tutti non ha dato di elettricità, ossia di forza e abilità di smovere e vibrare l'innato fluido elettrico, se non quanto è opportuno, e basta al governo de' moti e delle funzioni proprie, insomma all'economia animale interna. Così dunque presumevano, che fosse universale a tutti gli animali una naturale innata elettricità, cioè il potere di sbilanciare al di dentro, se non al di fuori, il fluido elettrico proprio degli organi, e vibrarlo da parte a parte degli organi medesimi, non già ristretta tal facoltà ad alcuni pesci singolari, ed anche in questi limitata all'unico oggetto di scuotere e tramortire chi s'imbatte in loro.

§ 19. Tali erano, o dovevan essere (giacchè non ci pare, che neppure su ciò si spiegassero abbastanza) le congetture e presunzioni di alcuni Fisiologi, i quali si figuravano, se non un'elettricità propriamente detta, caratterizzata cioè coi noti segni di attrazioni, scintille ecc., un giuoco qual esso si fosse del fluido elettrico inserviente alle funzioni animali, in specie a quelle che hanno immediato rapporto coll'influsso de' nervi su' muscoli, e sulle sensazioni, si figuravan, dico, un qualche giuoco ed azione di questo fluido, comechè nessun indizio esteriore apparisse di vera elettricità, nessuno dei consueti segni, a cui questa si riconosce (*m*), eccetto che in quei pesci singolari più volte nominati, che danno la scossa. Però è, che da più altri Fisiologi non si facea molto caso di siffatte mere ipotesi e teorie vaghe, ed anzi si combattevano, obiettando loro, oltre questa mancanza di segni elettrici veri e riconoscibili, e di prove dirette, la poca o niuna conformità apparente colle leggi conosciute dell'Elettricismo (*n*).

§ 20. Ma anche quando fossero convenuti tutti, e Fisici e Fisiologi, nell'ammettere il vero fluido elettrico per primario operatore de' moti muscolari, per quel fluido, onde esercitasi naturalmente nell'economia animale l'azione de' nervi sopra de' muscoli, il che è ben lungi che fosse, attribuendosi dalla maggior parte de' Fisiologi tal azione a tutt'altro, e confessandosi dai più sinceri di non conoscerla, di non intender bene nè da qual agente immediato, nè come si compia: quand'anche, dissi, fossero convenuti tutti in riconoscere per funzionario il fluido elettrico propriamente detto, quale e quanta distanza

(*m*) Così è: con nessun segno esteriore manifestavasi cotal elettricità animale; giacchè i segni ottenuti dai Fisici in tutte quelle sperienze, di cui sopra si è parlato, sono ben segni di vera elettricità, ma non provano alcuna *elettricità* propriamente *animale*, nel senso che si vorrebbe, come si è spiegato: provano tutte anzichè un'elettricità *intrinseca* proveniente da azione propria degli organi e dell'economia animale, un'elettricità *estrinseca* suscitata da sfregamento ecc. *artificiale* insomma. Dicendo *tutte* ho forse detto troppo; una giacchè o due di tali sperienze, segnatamente quella dell'orina elettrica, sembran pure indicare qualche cosa di vera elettricità animale, sebben non provi neppur questa decisamente, come ho fatto già osservare (§ 15).

(*n*) HALLER, Op. cit.

Digitized by Google

PARTE SECONDA

NUOVE SPERIENZE INTRAPRESE QUI DA NOI SULL' ELETTRICITÀ ANIMALE.

§ 25. Una scoperta di questa fatta non poteva che eccitare grande entusiasmo dappertutto, ove ne pervenne la notizia, e massime tra noi, essendo di un nostro Italiano. Ed ecco, che molti si fecero a gara a ripetere le sperienze. Io fui il primo qui in Pavia, eccitato da varj miei Colleghi, particolarmente da CARMINATI, che cortesemente prestommi la Dissertazione di GALVANI, e da REZIA, che mi favorì dell'opera ed aiuto suo nelle preparazioni; e il primo fui anche a Milano non molti giorni dopo, cioè verso il fine di Quaresima. Debbo però confessare, che incredulo, e con non molta speranza di buon successo mi ridussi a fare le prime prove, tanto sorprendenti pareanmi i descritti fenomeni, e, se non contrarj, superiori troppo a tutto quello che dell'elettricità ci era noto, tal che mi aveano del prodigioso. Della quale incredulità mia e quasi ostinazione, non che mi vergogni, domando perdono all'Autore della scoperta, cui mi fo altrettanto maggior premura e gloria di esaltare, ora che ho veduto e toccato con mano, quanto fui difficile a credere prima di toccare e di vedere. Infine eccomi convertito, dacchè cominciai ad essere testimonio oculare e operatore io stesso dei miracoli, e passato forse dall'incredulità al fanatismo.

§ 26. Egli è poco più di un mese [²], che ho messo mano a codeste sperienze, e già ne ho fatte molte, estendendole e variandole, non senza averne raccolto qualche frutto di nuove cognizioni. Mi sono però fin qui ristretto ad esperimentare quasi unicamente sulle rane, riuscendo sopra di esse, in grazia che dura più lungo tempo in tali animaletti a sangue freddo, e sì ancora ne' membri recisi, la facoltà irritabile de' muscoli, cioè per ore intere, riuscendo dico più facili e sicure le prove, e quindi più conducenti ai fini ch'io proponeami in queste prime ricerche. Intanto desideroso io, e gli altri miei Colleghi, che si facessero delle prove pur anche sopra animali a sangue caldo, s'intrapresero queste da alcuni de' nostri bravi Studenti; e il successo confermò pienamente, per questa parte ancora la scoperta mirabile del Sig. GALVANI. Quest'ultime sperienze non sono state, ch'io sappia, per anco estese e variate molto; ma tanto solo, quanto parve bastante a verificare e comprovare ciò appunto, che gli stessi fenomeni dell'elettricità animale propria e organica han luogo, come nelle

Digitized by Google

rane, testuggini, lucertole, pesci ed altri animali a sangue freddo, così pure negli animali a sangue caldo, cani, gatti, agnelli, porci ed altri sì quadrupedi, che uccelli. Non renderò dunque conto di tali sperienze altrui, nè delle poche mie, che ho fatte fino ad ora sopra un solo agnello, e sopra un piccione, aiutato la prima volta dall'eccellente Chirurgo e Anatomico di Milano Dr. PALLETTA, coll'assistenza pure del Dr. BARONIO e d'altri, la seconda volta favorito in casa mia dal Dr. VALLI Toscano (*p*), assieme a due o tre amici spettatori; ma di quelle solamente darò un succinto ragguaglio, che ho instituite con maggiore studio ed attenzione sulle rane, e che ho, come già dissi, variate ed estese a ricerche più particolari. Anzi pure tralasciando qui la descrizione e il racconto minuto di codeste mie sperienze, che troppo lungo sarebbe, mi restringerò a presentare in ristretto i principali risultati, massimamente quelli, che offrono, al dippiù di quanto trovasi nell'Opera del Sig. GALVANI, qualche cosa o di nuovo, o di più preciso.

§ 27. Verificate le capitali sperienze sull'elettricità vera animale, nativa e propria degli organi, in guisa di non poter più di essa dubitare, mi son rivolto a ricercarne la quantità, qualità, e modo. E prima riguardo alla quantità, o forza di elettricità, una tal ricerca mi parve quella, che dovesse andar innanzi alle altre. E che mai può farsi di buono, se le cose non si riducono a gradi e misure, in fisica particolarmente? Come si valuteranno le cause, se non si determina la qualità non solo, ma la quantità, e l'intensione degli effetti? Ora per giudicare della quantità e forza dell'elettricità propria ed innata dell'animale, cioè di quella che opera naturalmente negli organi suoi quando se ne osservano le contrazioni e moti muscolari eccitati con non altro che collo stabilire un arco conduttore massimamente metallico tra i muscoli e i corrispondenti nervi, per giudicar, dico, della quantità e forza dell'elettricità propria e nativa degli organi animali, credei non poter meglio fare, che cercare di ridur prima a qualche misura gli effetti dell'Elettricità artificiale sopra gli organi medesimi, e determinare il minimo di codesta elettricità richiesto a produrre in tal animaletto, vivo o morto, intiero o tronco, e in diverse maniere preparato, siccome pure ne' suoi membri recisi, delle contrazioni muscolari, de' moti e subsulti eguali a quelli, che si osservano prodotti nel medesimo dall'elettricità animale sua propria, e in certo modo spontanea.

(*p*) Questo valente giovane, che già laureato in medicina portossi a proseguire i suoi Studj in questa nostra Università, ha pubblicato recentemente, cioè in data dei 5 Aprile, una lettera sul soggetto di cui si tratta; nella quale dà conto di varie sue sperienze, alcune nuove, o almeno in varj modi diversificate, e spiega alcune viste più mediche che fisiche, com'egli medesimo si esprime, le quali potrà forse il tempo e l'esperienza maturare, ma che ci sembrano in gran parte troppo leggermente azzardate, e molto ancora indigeste, siccome le sperienze medesime, fatte in furia e in fretta, non abbastanza accertate.

Digitized by Google

§ 28. Ho dunque trovato, che basta in ogni caso un'elettricità molto debole a far nascere non che dei piccoli moti e convulsioni nella rana, ma de' sbattimenti gagliardi di tutti i membri, e massime delle gambe, e una poi, oltre ogni credere debolissima, per le rane preparate al modo appunto del Sig. GALVANI, che è di lasciar attaccate per i soli nervi crurali diligentemente snudati le gambe alla spina dorsale, o a parte di essa soltanto, troncato tutto il resto del corpo, e di conficcare uno spillo, od altro uncinetto metallico nel tubo stesso vertebrale, sia traforando l'osso da banda a banda, sia introducendo lo spillo tutt'al lungo nella midolla [3].

§ 29. Con questa preparazione un'elettricità, che non giunge a dare la minima scintilla, e che non è sensibile neppur d'un grado all'elettrometro delicatissimo di BENNET, cagiona fortissime convulsioni e sbalzi di dette gambe.

§ 30. Per il che ecco, che la rana così preparata ci presenta un'*Elettrometro animale*, che tale si può dire, più sensibile senza paragone d'ogn'altro sensibilissimo Elettrometro: giacchè non lascia di dar segni, e segni cotanto visibili, per una carica della boccia di Leyden, che non giunge a movere neppure le fogliette d'oro più sottili. Nè la rana solamente è atta a ciò, vuo' dire a fare da Elettrometro; ma lo sono egualmente, o quasi, altri animaletti convenientemente preparati, come lucertole, salamandre, topi, conforme ho provato. Che se riesce meglio di tutti la rana, si è in grazia d'essere essa di vita più tenace, e più facile a prepararsi nel modo indicato.

§ 31. Cotesta elettricità inconcepibilmente picciola, talchè non giunge a 10. e talora neppure a 5. 100.^{mi} di grado del mio Elettrometro a pagliette (*q*), basta a produrre i suaccennati fenomeni delle convulsioni nelle gambe della rana, quando però il corso del fluido elettrico venga diretto dai nervi ai muscoli, cioè entri per quelli, e portisi all'interna sostanza de' muscoli medesimi, che se diriggasi in senso contrario, sicchè sortendo da'nervi si porti all'esterna faccia del muscolo, non accadono que' moti se non per una forza elettrica almeno quadrupla, e talvolta sestupla ed ottupla, cioè di 20. 30., e più 100.^{mi} di grado dell'istesso elettrometro.

(*q*) È noto abbastanza l'Elettrometro a boccetta del sig. CAVALLO, migliorato da SAUSSURE, da BENNET, e, se è lecito il dirlo, anche da me. La principal mia correzione è stata di sostituire ai sottili fili d'argento terminanti in pallottoline di midollo di sambuco, due semplici fili di paglia, con che rendendo tal Elettrometro ancora più sensibile ho ottenuto l'altro vantaggio molto considerabile, qual è quello, che il discostamento di tai pendolini di semplice paglia procede regolarissimamente secondo la forza dell'elettricità, in guisa che è giusto doppio, triplo, quadruplo per un'elettricità doppia, tripla, quadrupla ecc. Può vedersene la descrizione nella prima mia *Lettera sulla Meteorologia Elettrica* nel Tomo I della *Biblioteca Fisica* del Dr. BRUGNATELLI. Il sig. BENNET verso il medesimo tempo, cioè nel 1787, vi ha sostituite due listerelle di foglia d'oro sottilissima; ed ha ottenuto l'altro vantaggio di rendere tal Elettrometro, se non egualmente *comparabile*, assai più sensibile. V. le *Trans. Filos.*, Vol. LXXVII, 1787.

Digitized by Google

§ 32. Si domanderà forse, come mai io giunga a misurare e valutare queste impercettibili elettricità, ossia cariche minime della boccia di Leyden, al di sotto cioè di un grado, anzi pure di $^1/_4$ e di $^1/_{10}$ di grado. Rispondo dunque, che eseguisco ciò facilmente coll'aiuto del mio *condensatore* dell'elettricità: istromento che ho in una Memoria particolare ampiamente descritto (*r*), e che mi ha servito in tante altre occasioni a discoprire e misurare elettricità in niun'altra maniera sensibili.

§ 33. Or facendomi a riflettere sulla maggior facilità di convellersi i muscoli, cioè per molto minor forza elettrica, se presentisi la *positiva elettricità* ai nervi, che penetrano nell'interno di quelli, e la *negativa* all'esterna faccia di essi muscoli, che se si proceda nel senso opposto, debbo dire, che ciò mi ha mostrato come l' elettricità propria dell' organo per cui si convelle mercè la semplice applicazione dell'arco conduttore, se debbe, come pare, considerarsi quale carica debolissima di una specie di boccetta di Leyden, ella è *negativa* dalla parte del nervo, ossia nell'interiore del muscolo, ov'egli s'impianta, e *positiva* nella faccia esterna; sicchè da questa a quella trascorre il fluido elettrico, ossia dal di fuori al di dentro, in tale spontanea o naturale scarica, non già dal nervo al muscolo, ossia dal di dentro di questo al di fuori, come ha opinato il Sig. GALVANI.

(*r*) L'accennata Memoria, in cui do conto di questo ritrovato del *condensatore*, fu letta nella Società Reale di Londra, indi pubblicata in ristretto nelle *Trans. Filos.* per l'anno 1782 con questo titolo: *Del modo di rendere sensibilissima la più debole Elettricità sia Naturale, sia Artificiale.* Dopo quel tempo avendo variati i congegni, e trovato tra molti uno estremamente comodo, che è di vestire la mano di una specie di guanto d'incerato, o meglio di taffetà verniciato, e tenerla così vestita applicata al piattello superiore dell'Elettrometro, mentre toccasi esso piattello colla boccia di Leyden carica ad un grado insensibile, avendo, dico, trovato in questo artifizio gran comodo e vantaggio per esplorare appunto e misurare le impercettibili cariche elettriche; l'ho descritto ampiamente nella cit. Lett. 1ª (Nota precedente); e vi ho spiegato inoltre in qual modo io calcoli il quanto della condensazione di elettricità che ottengo con qualsiasi *Condensatore* in generale, e in particolare con quest'ultimo *Condensatore a guanto.*

In Cart. Volt. K 20 β a pg. 22 del mns. la nota continua come segue:

« cioè mostrando che se e. gr. toccando coll'uncino della boccetta caricata debolissimamente « con 10 o 12 scintillette di un picciolo *Elettroforo* il cappelletto dell'elettrometro, questo mi « segna 1 o 2 gradi, toccandolo invece mentre il tengo coperto alla mia maniera col guanto d'in- « cerato, indi ritirando da tal contatto la *boccia di Leyden*, e subito dopo anche la mano, mi da- « rebber fuori nell'istesso elettrometro 100, 200 gradi, ove tanti ne potesse segnare; però caricando « la boccia di Leyden con una sola di quelle scintillette e quindi portandovi l'elettricità di $^1/_{10}$ « solamente di grado coll'elettrometro di prodigiosa sensibilità, qual è quello delle fogliette d'oro, « il che lo rende impercettibile per questo e ogni altro verso, diventa percettibilissima e visibile, « salendo fino a 10 gradi, poco più, poco meno, di esso elettrometro, adoperando nella descritta « maniera. Così dunque posso valutare senza errar di molto la forza della carica nella boccia « altrettanti 100mi di grado, quanti gradi mi segna l'elettrometro dopo una tal manipolazione. »

Digitized by Google

§ 34. Ho detto, che l'elettricità naturale, indicando uno sbilancio di fluido tra il nervo e il muscolo corrispondente, o tra l'interiore e l'esteriore di questo, ci rappresenta come una specie di boccetta di Leyden debolmente carica, e che *pare* almeno che debba considerarsi come tale. Come tale infatti l'ha considerata il Sig. GALVANI, e con esso lui noi pure al principio. Ma ora molte nuove sperienze, parte delle quali accennerò prima di finire, ci muovono a riguardar la cosa or sotto uno, or sotto un altro aspetto, tutti scostantisi più o meno dalla parità della boccia di Leyden: di alcune delle quali nuove idee darò pure tra poco un cenno, riservandomi a svilupparle, e a riformarle fors'anche in altro scritto, secondo che ulteriori sperienze, e nuovi risultati me ne mostreranno il bisogno.

§ 35. Checchè ne sia, che si sostenga o no la parità della boccia di Leyden, verificato il fatto, come lo è per moltissime prove da me istituite a quest'oggetto, e variate in più maniere, cioè che molto minor forza elettrica sia richiesta ad eccitare le convulsioni e moti ne' muscoli, ove inducasi la corrente del fluido per la via de' nervi all'interno de' muscoli medesimi, che ove si tiri dai nervi per portarlo all'esteriore di essi muscoli, sussisterà sempre una differenza marcata nello stato elettrico del nervo relativamente al muscolo, o dell'interno di questo relativamente alla sua esterior faccia; il quale stato o disposizione, qual essa sia, fa che il nervo, o l'interiore del muscolo appetisca in certo modo, ed inviti il fluido elettrico ad entrarvi, mentre l'esteriore del muscolo medesimo tende a cacciarne fuora: con ciò solamente s'intende come cospirando ambedue le parti a provocare la scarica di un conduttore o di una boccetta, quando s'applica l'elettricità *positiva* ai nervi e la *negativa* ai muscoli, basti di una carica molto minore, che nel senso opposto, essendovi in quest'ultimo caso, anzichè invito, doppia opposizione dalla parte del nervo, che vuol piuttosto ricevere che dare, e da quella dell'esteriore del muscolo, che vuol piuttosto dare che ricevere.

§ 36. Or se col ministero del fluido elettrico operansi, anche nell'animale vivo ed intiero le contrazioni e moti volontari de' muscoli, come tutto ne porta a credere, e se, come dee pure presumersi, operansi questi nel modo più facile, si farà ciò collo spingere giù dal cerebro pe' nervi il detto fluido verso i muscoli, bastando allora una minima forza, anzicchè col tirarlo in sù, sebbene possano anche in questo modo effettuarsi i medesimi moti, sol che s'impieghi maggiore forza, cioè determinisi una corrente più rapida o più copiosa di fluido elettrico. Ma di questo non più per ora.

§ 37. Passiamo invece ad altre osservazioni non meno interessanti che curiose. Il gran numero di prove che ho fatte, sopra le rane principalmente, mutilate e tagliate mentre vive, o dopo morte, e sì dopo ore e giorni, mi hanno porta l'occasione di molte osservazioni e riflessi sopra la *vitalità*, lasciatemi dir così, *elettrica* di questi e degli altri animali. Il tempo, che stringe, mi obbliga

Digitized by Google

a tralasciare per adesso molte particolarità, e a ridurre la somma a ciò che credo di potere stabilire, che per quattro gradi, ossia stati ben distinti si passi dalla morte apparente alla morte perfetta: i quali gradi di morte, o a meglio dire stadj, hanno ciascuno una grande estensione.

§ 38. Così è: le mie osservazioni mi hanno insegnato a distinguere quattro gradi o stadj di morte, ciascuno ben contrassegnato e molto esteso. Il primo de' quali è l'*asfissia*, o morte apparente, l'ultimo, ossia il quarto, è quella che chiamo *morte plenaria*, e confina colla putrefazione. Gli altri due stadi, cioè il secondo e il terzo, presentano per lungo tratto diversi gradi di superstite vitalità, e sì il secondo tale vitalità, che eccitansi i moti muscolari prima vivacissimi, poi mano mano degradanti in forza, col solo apporre le convenienti armature metalliche, e farle comunicare, e però in vigore della propria elettricità animale ancor sussistente ne' membri anche recisi: spenta la quale elettricità propria e innata, o resa insensibile, entriamo allora nel terzo grado di morte, in cui si risentono pur anco i muscoli, e giuocano all'ordinario, eccitandoli però coll'elettricità artificiale, di cui basta ancora sul principio un grado debolissimo; indi vuol essere più e più forte, fino a che non vale a commoverli neppure la scarica fulminante di un boccia di Leyden; e allora è che son morti in quarto grado.

§ 39. Mi diffonderei troppo, se volessi più particolarmente spiegare e in che si distinguano propriamente uno dall'altro questi stati, e come sia ciascuno riconoscibile, e quanto abbiavi di speranza di richiamare un animale dal secondo ed anche dal terzo in vita coi soccorsi conosciuti, o concepir se ne possa con nuovi mezzi da tentarsi; onde mi riservo ad esporre e sviluppare su tutte queste cose i miei pensamenti nelle susseguenti Memorie, che pubblicherò. Dirò qui solo, che siffatti progressi nella carriera della morte sono più lenti di quel che si pensa, e che ogni stadio distinto e marcato avendo, come accennai, una assai grande estensione di gradi, si protrae d'ordinario a lungo tempo, non però in ogni caso egualmente: nel che molte cause influir possono.

§ 40. E in primo luogo gran differenza porta la diversa natura degli Animali, massimamente rapporto all'essere di sangue caldo o di sangue freddo; giacchè negli animali di questa classe suol essere assai più tenace la vita. Appresso anche nell'istessa classe e genere di animali vi hanno delle specie dotate di maggior vitalità, che altre: e nella stessa specie poi variano ancora gli individui secondo l'età, la costituzione, le forze.

§ 41. Ma quello, che influisce più di tutto alla maggiore o minor durazione di ciascun stadio, si è il genere di morte, che vien a soffrire l'animale, cioè la causa che a perir lo conduce, e sopratutto se ve lo conduca rapidamente, o poco a poco.

§ 42. Or intorno a ciò ho fatte già molte sperienze, e molte più mi propongo di farne: ho esaminate cioè, relativamente al vigore e durevolezza di ciascun

Digitized by Google

stadio della superstite vitalità, molte rane, che ho fatte morire quali di puro stento o d'inedia, quali in un bagno d'acqua più o men riscaldata, alcune sotto a gravi ferite, mutilazioni, e strazi d'ogni sorta, altre con replicati colpi elettrici, ed altre infine con una scarica fulminante sola. Di tutte queste osservazioni ho preso nota in un esatto Giornale, e lo esporrò al Pubblico quando avrò estese le sperienze, come mi propongo, ad altri generi di morte in questi ed altri animali, cimentandoli singolarmente colle arie e vapori mofetici (*s*), e con diversi veleni.

§ 43. Terminerò intanto questo picciol saggio, che ho voluto oggi presentarvi dei principali risultati delle sperienze da me fatte fin qui intorno all'elettricità animale, coll'annunziare, che anche senza snudare nervi, senza taglio o ferita di sorta, posso, quando voglio, eccitare nell'animale non che vivo, ma sano ed illeso, senza alcuna azione di elettricità straniera, mettendo soltanto in giuoco la sua propria e nativa elettricità, mercè la semplice applicazione di convenienti armature, posso, dico, eccitare a mia posta nell'animale intiero e intatto quelle stesse convulsioni, spasmodie, subsulti, che si ottengono collo snudare ed isolare i nervi alla maniera del Sig. GALVANI, o con altre consimili preparazioni: anzi dippiù, giacchè s'estendono col mio metodo tali contrazioni e moti a tutte le parti dell'animale, a norma della posizione delle armature ecc.

§ 44. Per dare qui tosto un'idea di queste sperienze, legata una rana, ovver fissata con due o tre grossi spilli ad una assicella o tavolo qualunque, oppure senza offenderla fattala tenere per le gambe da un compagno, vesto una parte qualsiasi del suo corpo (il meglio è la schiena o i lombi) con un pezzo di laminetta di piombo o di stagno (ottime sono quelle fogliette nei libretti, di cui si servono gl'indoratori per inargentare a falso), e applico ad un'altra parte, alle gambe es. gr. o coscie, sia sotto, sia sopra, una chiave, una moneta d'argento, il manico di un cucchiaio, od una lastra qualunque, di tutt'altro metallo però che di stagno o piombo: finalmente fo comunicare fra di loro queste due armature, o immediatamente avanzo quella che è mobile fino a toccare il lembo dell'altra aderente, oppure mediante un terzo metallo, es. gr. un fil d'ottone, il qual faccia officio d'arco conduttore: ed ecco la mia rana convulsa pressochè in tutte le sue membra, in quali più in quali meno però, vibrare singolarmente i muscoli delle gambe, calcitrare, saltare.

§ 45. Così poi, secondo che tali armature vengono applicate ad altre parti

---

(*s*) Riguardo alle mofette ho cominciato soltanto a far prove sopra tre rane soffocate col vapore di solfo, quale ho trovato potentissimo a togliere colla vita ogni residuo di vitalità, in guisa che all'asfissia tien dietro tosto la vera morte; quindi in pochi minuti cessano i segni dell'elettricità animale propria, e in pochi altri succede insensibilità anche all'elettricità artificiale più forte.

Digitized by Google

dell'animale, sono o i muscoli del ventre, o le zampe, o il collo e la testa, ch'entrano in convulsione, e scuotonsi di più, e la spina dorsale anch'essa avvien che s'incurvi, come presa dal più forte tetano.

§ 46. Queste nuove esperienze sugli animali intieri e intatti, forse più sorprendenti delle altre fatte fin qui con tagliarne i membri, isolar nervi ecc., e al certo più istruttive, almeno per alcuni riguardi, giacchè ci portano a penetrare in qualche modo il naturale andamento e tenore dell'elettricità animale nel corpo vivente intiero e sano, mi suggerirono in conseguenza appunto delle idee, ch'io rivolgeva nella mia testa intorno ad un lento moto, sia di circolazione, sia di semplice oscillazione, od altro (chè non voglio ancora arrischiarmi d'indovinarlo) del fluido elettrico tra muscoli e nervi, e tralle altre parti ancora del corpo solide e fluide, in ragione che tutte sono più o men buoni conduttori, nessuna però conduttore perfetto, nè comparabile in ciò ai metalli.

§ 47. Supponendo dunque il fluido elettrico in un continuo moto, qual esso sia, per tutte le parti dell'animal vivente, e de' suoi organi per anco recisi, finchè vi dura qualche vitalità: supponendo che vada per un effetto dell'organizzazione e delle forze della vita incessantemente sbilanciandosi o nella *quantità* o nella *tensione* in alcune parti relativamente ad altre, es. gr. tra nervi e muscoli, o tra l'interiore e l'esteriore di questi; e che tendendo pur incessantemente in virtù della sua propria elasticità a ricomporsi in equilibrio, scorra per tante altre parti deferenti, membrane, vasi, umori, come può e quanto può, cioè quanto la non perfetta deferenza di tali parti gliel permette; io concepiva mantenersi la quiete dell'animale, vuo' dire il riposo de' muscoli non destinati ad agir sempre, fintantochè non si turbi il naturale armonico tenore nell'anzidetto moto del fluido elettrico, non se ne inverta cioè il corso, non s'acceleri straordinariamente, o concorra troppa copia di esso fluido in questa o quella parte del suo corpo: il che se avvenga, que' tali muscoli si convelleranno, ove faccia il nostro fluido elettrico tale irruzione od impeto straordinario.

§ 48. Or due generi di cause, io dicea, potran portare questo turbamento e sconcerto nell'armonica circolazione, ondeggiamento, o moto qual esso sia, del fluido elettrico entro agli organi dell'animale: cioè cause interne, e cause esterne.

§ 49. Le interne riduconsi:

1° all'azione della volontà, che accresca, o diminuisca, o arresti, o inverta il corso del fluido verso quelle tali determinate parti, ossia muscoli che intende di eccitare al moto.

2° A delle cause accidentali morbose, che alterino in più o in meno la facoltà conduttrice in queste od in quelle parti, rendendo es. gr. certune più o meno penetrate di umori, di quello che debbono essere, e gli umori stessi più o meno densi, più o meno salini, più o meno oleosi ecc., per cui cambiano

Digitized by Google

molto di conducibilità, onde il fluido elettrico sia determinato a scorrere più dell'ordinario abbondante e rapido per alcuni di tai conduttori, in ragione che da altri viene impedito ecc.

§ 50. Le cause esterne sono parimenti due:

1° L'azione dell'elettricità artificiale, che scaricandosi determini una corrente di fluido elettrico fuori del naturale in tale o tal altra parte dell'animale. E a ciò si riferiscono tutte le sperienze di eccitare le convulsioni colle scintille o scariche elettriche artificiali.

2° L'applicazione di due armature metalliche di qualche estensione, e separate, che poi si facciano insieme comunicare, ch'è quello di cui ora trattiamo.

§ 51. Proseguendo dunque a dire delle mie idee, io concepiva facilmente, che una tale applicazione delle armature e dell'arco, dovea accelerare non poco, e determinare molto maggiore accorrimento e trasporto di fluido elettrico dall'una all'altra parte del corpo vivente così armato; perocchè se colla tendenza che ha detto fluido di passare o trasferirsi dall'una, all'altra parte, il suo moto nello stato naturale è nulladimeno lento, e tale che non giugne a commuovere i muscoli inservienti a' moti volontari, gli è perchè e questa tendenza nata da sbilancio non è per sè stessa grande, ma anzi picciola molto, e altronde dee il fluido tragittare quelli non abbastanza perfetti conduttori interposti, quali sono le sostanze animali medesime, muscoli, nervi, membrane, umori, nessuna delle quali è comparabile, come già si è detto, ai conduttori metallici. Questi pertanto vi vogliono, cioè le convenienti armature, a dar libero e rapido sfogo ad una sufficiente copia di fluido elettrico, tantochè si convellano i muscoli, cui questa corrente invade e stimola. Così è: tutto l'artifizio consiste nel dar luogo ad un più copioso e istantaneo trascorrimento del fluido elettrico, che tende già per sè stesso a passare dall'una all'altra parte dell'animale, e vi passa naturalmente anche senza tal aiuto, ma adagio e scompartitamente, per tutte le interne parti deferenti: il quale istantaneo trasporto s'effettua appunto mediante i tanto migliori conduttori metallici applicati esteriormente, e distesi sopra esse parti per una piuttosto grande estensione, almeno da una banda, e mediante l'arco conduttore, per cui vengono ambe le armature a comunicare; il quale arco debbe essere anch'esso tutto metallico.

Che se una parte di lui non lo sia, ancorchè picciola, se interpongasi, non che un cattivo conduttore, ma fino l'acqua, non facciam più nulla; e la ragione è chiara: l'acqua è ben lungi d'essere un così eccellente conduttore, come i metalli; essa non lo è per avventura più delle stesse parti animali succose, e forse meno di alcune: dunque non vale a trasportare nè maggior copia di fluido elettrico, nè con maggior impeto da una ad altra parte dell'animale, cioè dai siti ove son poste le armature, di quel che facciano altre parti interne dell'animale, membrane, vasi, umori ecc., che sono i suoi naturali conduttori. Vi

Digitized by Google

vuole pertanto un arco metallico, non interrotto neppure dall'acqua, per operare un tale impetuoso trasporto di fluido elettrico, che occasioni le convulsioni di cui si tratta (*t*). Ed ecco come anche queste osservazioni intorno all'arco conduttore non tutto metallico, che nel presente caso non serve, tendono a confermare le mie idee sul naturale sbilancio e moto del fluido elettrico tralle parti dell'animale [5].

§ 52. Egli è come dicea, in seguito a tali idee, che ho fatto questi nuovi sperimenti sopra animali vivi ed intieri, e coll'esito già annunziato. Ne ho fatti non solamente sopra le rane, ma sopra anguille, ed altri pesci, sopra lucertole, salamandre, serpi; e, quel ch'è più, sopra piccioli animali a sangue caldo, cioè topi, ed uccelli: a' quali però, per riuscir bene, ho dovuto levar in parte la pelle. Or non dubito di riuscire anche ne' grandi animali, ne' quali tanto più sorprendente sarà l'esperienza, quanto più s'accostano alla struttura, se non esterna, interna dell'uomo (*u*).

(*t*) Se l'interruzione sia minima, cioè i due capi di metallo immersi nell'acqua sian lì lì per toccarsi, potrà ancora aver luogo l'effetto. Non così se in luogo d'acqua frappongasi qualsivoglia altro corpo sia liquido sia solido men deferente di essa, e quanto si voglia sottile. Bello è il vedere, quando es. gr. non più che una carta sottilissima frapposta impedisce l'immediato contatto de' due capi di metallo, e per tale interrompimento già più non succedono le convulsioni, eccitansi queste al momento, che tratta fuori tal carta vengono quelli a toccarsi.

(*u*) Si son già fatte da GALVANI, e da altri suoi Colleghi delle sperienze sopra membra umane, cioè braccia e gambe amputate; e l'effetto ha corrisposto, essendosi ottenute delle contrazioni de' muscoli, e de' moti delle dita, come riferisce il sullodato Autore nella Lettera al nostro CARMINATI inserita nel primo volume del Giorn. Fisico-Medico dell'an. 1792, e da altri pure viene attestato. Ma essi han proceduto con preparare al solito i nervi, cioè snudarli ed isolarli, quindi armarli di foglia metallica. Or non si tratta più di questo; si tratta di eccitare alla mia maniera le stesse contrazioni, e moti nelle membra, o recise o intiere de' grossi animali, e dell'uomo, senza punto denudarne i nervi, col levar soltanto gl'integumenti, ove occorra, ai muscoli, ed applicare a questi le convenienti armature, come ho praticato sopra piccioli quadrupedi, ed uccelli. Tali sono le sperienze, di cui ardisco pronosticare un eguale successo.

Fine della Prima Memoria.

Digitized by Google

NOTE DELLA COMMISSIONE

ED AGGIUNTE TRATTE DAI MANOSCRITTI DI A. VOLTA

[1] *In Cart. Volt. J* 84 *α è un brano che tratta del medesimo argomento, e del quale, però, non è possibile stabilire con sicurezza la contemporaneità col testo.*

[2] *Nel Mns. K* 20 *β* (*Lettera al Vassalli*) *il V. precisa il* 24 *marzo come data dell'inizio di queste esperienze. La data è confermata nel Giornale di esperienze J* 2 *α, citato al* § 42.

[3] *A questo punto nel Mns. K* 20 *β, che sembra essere una minuta precedente, si trova una esposizione particolareggiata delle sperienze fatte per studiare l'azione delle scariche di elettricità artificiale ottenute da conduttorî e da bottiglie di Leyden sulle rane più o meno compiutamente preparate, i cui risultati sono qui soltanto accennati. Riportiamo tale parte interessante del Mns. K* 20 *β:*

Che una scintilla anche mediocrissima sia atta, qualor colpisca immediatamente il muscolo, ad irritarlo potentemente e convellerlo, e che lo stesso si risenta egualmente anche quando, se la scintilla non lo ferisce, ma scoccando a capo di un conduttore qualunque e scorrendo il fluido elettrico per una serie di altri conduttori, ove le cose sian disposte in modo che esso muscolo si trovi in questa serie e faccia anello di comunicazione, è cosa, come ho già avvertito, che si sapeva da un pezzo. Ma questo è nulla ancora. Quello che mi è parso nuovo, e sorprende è che una carica elettrica tanto debole, che non giunge a poter dare la minima scintilla, sia da tanto di eccitare gli stessi moti e convulsioni. Si richiede soltanto, che una tal carica sia di un conduttore grande anzichè no, o meglio di una boccia di Leyden, la quale, sendo anche picciola, ha pure una capacità eguale ad un assai vasto conduttore, come si sa (*); ed è inoltre necessario, che il transflusso di quella quantità di fluido elettrico, che forma tal debolissima carica, si faccia unicamente, o almen principalmente per la via de' nervi ai muscoli, o viceversa, come resterà provato da ciò che passiamo a mostrare.

Potrà forse sembrare più di tutto meraviglioso, e lo è parso infatti, al Sig. GALVANI, che anche non diretta la scarica di un capace conduttore elet-

(*) Ho dimostrato ciò ampiamente in una Memoria sulla Capacità [*de' Conduttori conjugati*].....

Digitized by Google

trizzato sopra la rana nè immediatamente nè medianti altri conduttori, stando la medesima es. gr. collocata come si sia su di un tavolo, e lontana molti piedi da esso conduttore elettrizzato, pure all'eccitarsi la scintilla e la scarica di questo per altra via, nascano nel momento stesso le convulsioni nella rana. Non può certamente dirsi che di quella elettricità se ne trasfonda fino a lei distante molti piedi dal conduttore carico a segno soltanto di vibrar la scintilla ad uno o due pollici, e qualche pennoncello dagli angoli lungo al più tre o quattro. E quando pure ve ne arrivasse una picciolissima porzione, ciò sarebbe nel tempo che il conduttore si mantiene elettrizzato, non all'istante che si scarica e il torrente siegue tutt'altra via che quella che conduce alla rana. Or come dunque si convelle essa in questo medesimo istante? Una tale difficoltà sarebbe stata imbarazzante molti anni addietro, quando cioè non era nota l'azione delle atmosfere elettriche, e quella che chiamano *elettricità di pressione*; ma in oggi che questa si conosce, la spiegazione è facile e ovvia. Un conduttore elettrizzato dispiega d'attorno un'azione per cui smuove o tenta di smuovere il fluido elettrico proprio di tutti i corpi immersi nella sua sfera d'attività, la quale atmosfera s'estende molto più in là di quella distanza a cui può farsi la reale trasmissione dell'elettricità: lo smove e sposta questo fluido elettrico proprio de' corpi su cui agisce cacciandolo dalle parti più immerse de' conduttori alle parti più lontane, e che son fuori di essa atmosfera, se questa è di elettricità *positiva* ossia *di eccesso*; e al contrario lo tira dalle rimote parti alle vicine e più immerse, se cotal atmosfera *è negativa* cioè *di difetto*. Quando poi provocando la scintilla si scarica l'elettricità del conduttore, e la di lui atmosfera si toglie, ritorna il fluido elettrico smosso nei corpi che quell'atmosfera dominava, ritorna a' luoghi suoi; e se istantanea è la scarica, istantaneo richiedendosi pure tal riflusso, si fa per la via de' migliori conduttori. Si rende ciò visibile, se sul tavolo, cui sovrasta il conduttore elettrizzato trovinsi varj conduttori metallici l'ultimo de' quali termini con ampia comunicazione col suolo e tutti o parecchi, siano uniti fra loro eccetto qualche picciolissimo intervallo in uno o due luoghi; poichè allo scaricarsi la grossa scintilla del conduttore, ecco che una scintilletta compare nelle anzidette interruzioni, comunque sottoposto vi sia o legno o carta, o checchè altro, che è pur deferente, ma molto men buono del metallo. Che se manchi di comparir visibile ecc. [1].

A dir vero non posso per anco dinotare con precisione i gradi nè della debole elettricità che basta a convellere i muscoli dell'animale vivo e intiero,

---

[1] *A questo punto si vede nel Mns. un richiamo del V. che rimanda ad un eguale segno e ad eguali parole sul Mns. K 20 α e che indica l'intenzione del V. di servirsi per la prosecuzione di quel tratto di K 20 α, che, essendo riprodotto nel N. VI di questo volume, non si ripete qui.*

Digitized by Google

nè di quella oltre modo debolissima, che fa l'effetto sulla rana nell'indicato modo disseccata e disposta, onde la cosa è per sè stessa indeterminabile in quanto dipende dalla varia forza e disposizione dell'animale medesimo, dall'essere stato più o men bene preparato, recentemente, o da un pezzo, dalla temperatura dell'ambiente ecc., ma in generale e presso a poco ecco quello che avanzar posso su di ciò, espresso ne' seguenti risultati.

1. Cominciando da una rana viva e intiera una assai debole elettricità non manca di convellerla potentemente, e massime le sue gambe posteriori, dirigendo la scarica ossia il corso del fluido elettrico dalla testa ai piedi, o da questi a quella: basta e. gr. la carica di un conduttore lungo 6, 8, 10 piedi, che arrivi a 10, 12, 15 gradi dell'elettrometro di HENLY, ossia *quadrante elettrometro*. Basta, dico, con poco, e non è neppur necessario, che i conduttori metallici tra' quali è posta in guisa di far anello di comunicazione la rana, trovinsi isolati; potendo anche stare con essa distesi sopra d'un tavolo di legno o di marmo, o sul suolo; giacchè se si scarichi quella elettricità tutt'ad un tratto, prescegliendo il fluido elettrico giusta l'indole sua esclusiva, la via dei migliori conduttori quali sono i metallici, passa in massima parte per essi, e poco ne trascorre per gli altri imperfetti deferenti, legno, pietre ecc.. Ad ogni modo, come si divide la corrente e anche per questi, è meglio che la rana e il conduttore che le trasmette l'elettricità trovinsi isolati, giacchè in questo caso tragittando tutto unito il fluido elettrico, che si scarica, basta all'effetto degli indicati moti muscolari di un'elettricità tanto più debole.

Se in luogo di un semplice conduttore ci serviamo di una boccia di LEYDEN, potrà questa in ragione di sua molto più grande capacità, produrre l'effetto, cioè scuotere la rana nelle gambe colla scarica di 4 o 5 gradi solamente del detto quadrante elettrometro; quando l'animale trovisi nel *circuito* od arco che conduce la scarica, facendo comunicazione nella maniera già detta col capo da una parte, e co' piedi dall'altra.

2. Troncata la testa alla rana, e conficcato un ago nella spina del dorso, basta una carica ancor molto minore, come di 4 o 6 gradi del gran conduttore, e di 1 o 2 solamente della boccia di Leyden allo stesso elettrometro, dirigendo la scarica da essa spina ai piedi, o viceversa.

3. Tagliato via tutto il corpo della rana, e ritenute le sole gambe posteriori attaccate alla spina dorsale, o porzione di essa, per i soli nervi crurali, un'elettricità incomparabilmente più debole, non atta a scintillare, e neppur sensibile al quadrante elettrometro, ma solo ai delicatissimi elettrometri a boccetta di CAVALLO resi ancor più sensibili da BENNETT e talvolta impercettibile perfino con questi, produce il solito effetto, anzi delle contrazioni de' muscoli più gagliarde, convulsioni toniche, e spasmi violenti.

4. Finalmente vestito di sottil foglia metallica quel tronco di spina dorsale, e che è meglio, anche una porzione dei nervi, si risentono i muscoli delle

Digitized by Google

gambe in una maniera strana per una elettricità affatto impercettibile anche ai suddetti elettrometri, per una carica della boccia di Leyden, che arriva appena a $^1/_{10}$ di grado di uno de' miei a paglie sottilissime: per accorgersi della quale, e calcolarla in qualche modo fa mestieri ricorrere al mio *condensatore dell'elettricità.*

Pare che il brano seguente, notevolissimo pei primi dubbi che si affacciano al V. intorno all'elettricità animale, trovi qui logicamente il suo posto, quantunque non si sia potuto determinare il collocamento materiale del Mns. relativo. (*Cart. Volt., J* 12 *a*).

Tutto questo è coerente alle idee, che abbiamo dell'influenza de' nervi, ed è facile a intendersi. Quello, che non lo è, e di cui non ho potuto ancora trovare una ragione, che mi soddisfi neppur mezzanamente, si è la necessità delle *armature dissimili.* E perchè mai, se giova tanto, che una delle armature sia perfetta, cioè benissimo aderente, e come agglutinata, non giova, anzi nuoce che lo sia anche l'altra; e tanto nuoce, che niuno o quasi niun effetto ha più luogo allora, cioè non si eccitano più le convulsioni con far comunicare tra loro tali perfette armature? E come mai può concepirsi, che riesca meglio all'uopo un'imperfetta, se d'altro non si tratta, che di tradurre il fluido elettrico da una ad altra parte dell'animale? Che debbano giuocar male essendo ambedue imperfette, s'intende; ma che lo facciano egualmente male, e peggio ancora, ove ambedue siano perfette, cioè sì l'una che l'altra di foglietta metallica sottile e aderente, questo è che fa strabiliare, e che si ha pena a credere. Ma si creda, o non si creda, il fatto è così, almeno negli animali intieri, o soltanto scorticati (chè altrimenti preparandoli in guisa, che resti il nervo snudato, e in certo modo isolato, come pratica il Sig. GALVANI, allora qualunque sia l'armatura metallica, che si adatti e ad esso nervo, e al muscolo, ed anche, finchè son molto in vigore le forze vitali, tralasciando ogni armatura, col solo contatto dell'arco conduttore, si eccitano le convulsioni, come si è già notato) ( ) [1]: il fatto, dico, è così quando rimangono coperti i nervi; cioè è tale e tanta l'influenza di queste armature simili o dissimili, che piuttosto si otterranno gli effetti, i soliti moti e convulsioni, applicando quelle a parti simili dell'animale, cioè ambedue a' muscoli, e sì a muscoli compagni, es. gr. al gastronemio dell'una e dell'altra gamba, e finanche a due parti dell'istesso muscolo, purchè sian esse armature dissimili; piuttosto che applicandole simili a parti dell'animale dissimili, come sarebbe una sopra la spina dorsale, l'altra sopra i muscoli delle gambe, che son pure i siti migliori, attesa la corrispondenza tra' nervi e muscoli, come sopra vedemmo ( ) [1].

---

[1] *Entro le parentesi doveva poi comparire il numero del paragrafo a richiamarsi.*

Digitized by Google

Or riflettendo a tutto questo mi nasce talvolta dubbio, se veramente i conduttori metallici, diversi, od applicati in differente maniera a due luoghi dell'animale altro non facciano dal canto loro, allorchè si viene a stabilire tra essi una comunicazione, che prestar la via al fluido elettrico, che naturalmente tende a trasportarsi dall'uno all'altro luogo, come pare che si debba credere; se in una parola siano meramente passivi, o non anzi agenti positivi, che movano cioè di lor posta il fluido elettrico dell'animale, e da quieto che era ed equilibrato, lo determinino, rompendo essi tal equilibrio, ad entrar quinci per una armatura di tal foggia, ed a sortire per l'altra di tal altra foggia. Un tal sospetto non posso a meno di formarlo allorchè vedo nascer le convulsioni e convulsioni forti nelle gambe della rana facendo, mediante un filo conduttore, comunicare la foglietta di stagno con cui ho vestito parte di una coscia, colla moneta d'argento posata sull'altra coscia al luogo corrispondente. Qui non v'è ragione, per cui il fluido elettrico tenda a portarsi da questa a quella coscia, o da quella a questa: infatti non si vede che siegua nulla, se ambedue le armature siano simili, cioè o due monete, o due fogliette. Se dunque succedono le convulsioni, e si ha indizio quindi di una corrente di fluido elettrico, ossia trasporto da una coscia all'altra, qualora sia applicata a questa la foglietta, a quella la moneta, par che si debba inferirne che tutto sia giuoco di esse armature, che le medesime in quanto differiscono nella maniera del combaciamento più o men esatto, per esser più aspre o più liscie, più o men pieghevoli ecc., faccian nascere lo sbilancio del fluido elettrico ne' luoghi del loro contatto, che in somma vi succeda quello stesso in minimo grado, ma pur succeda, che avviene per lo sfregamento che è il mezzo onde eccitasi l'elettricità artificiale, e dove appunto si osserva, che diversi metalli, ed anche l'istesso metallo, sfregando l'istesso corpo, or danno a questo del lor fluido, or ne prendono, secondo che varia lo sfregamento medesimo per maggiore o minor pressione, per più o men calore, per maggiore o minor pieghevolezza, asprezza, o levigamento della lamina metallica. Intorno a che se si rifletta dippiù, come non è necessario neppure uno sfregamento propriamente detto, bastando qualunque percossa, urto, ed anche una qualsisia picciola pressione, nelle circostanze favorevoli. . . . .

Digitized by Google

III.

MEMORIA SECONDA

SULL'ELETTRICITÀ ANIMALE.

14 *Maggio* 1792.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
Br. Giorn. T. II. pg. 241 e **T. III.** pg. 35.	Cart. Volt. K 13 α; K 13 β; K 13 γ; K 14 α;
Ant. Coll. T. II, P. I, pg. 56.	K 14 β; K 14 γ; K 14 δ; K 14 ε;
Trad. ted. Mayer. Prag. 1793.	J 2 γ.

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da Br. Giorn.
DATA: « 14 Maggio 1792 » si legge in nota di Br. Giorn.

K 13 α; K 13 β (con figura), K 13 γ; K 14 α; K 14 β; K 14 γ; K 14 δ; K 14 ε; J 2 γ sono frammenti vari ed estesi di una prima minuta.

Digitized by Google

Digitized by Google

MEMORIA SECONDA

SULL'ELETTRICITÀ ANIMALE.

§ 1. Essendomi nell'antecedente Discorso ristretto a dare soltanto un'idea delle molte e varie sperienze da me fatte sul soggetto quanto nuovo altrettanto interessante dell' Elettricità Animale nel decorso di circa due mesi, dacchè entrai in questo bel campo apertoci dall'insigne scoperta del D. GALVANI; e fatto avendo poco più che enunciare in generale i principali risultati; stimo ora opportuna cosa il discendere a qualche più particolare descrizione. E siccome le mie prime ricerche furono indirizzate, conforme accennai (Mem. I, § 1), a determinare qual minima Elettricità artificiale sia valevole ad eccitare nella rana, ed altri piccioli animali delle convulsioni e moti simili a quelli, che osservansi prodotti dall'Elettricità loro propria ed innata, considerando come tali ricerche dovevano spandere un gran lume sopra le altre, che avrei potute fare in seguito circa codesta Elettricità animale od organica, siccome, dissi, credei espediente di premettere quelle a queste ricerche; così entro ora prima d'ogni altra cosa a dare un succinto ragguaglio delle medesime, concernenti cioè la debole elettricità artificiale applicata ai già detti piccioli animali, rane, lucertole, topi, ecc., ma singolarmente alle rane.

§ 2. Ho cominciato a provare l'azione dell'Elettricità artificiale nella rana, tenendola in mano or per una zampa, or per uno de' piedi posteriori, ed ora per il capo, e ferendo diverse parti del suo corpo con scintille ora col Conduttore di una Macchina elettrica ordinaria, ora dello Scudo di un Elettroforo; con scintille mano mano più tenui, fino a quel grado più picciolo di forza, che bastava giusto a convellere tutto il corpo, e cagionare un subsulto universale; e fino a quell'altro minimo grado, che eccitava appena le minime convulsioni o palpiti di alcun muscolo o fibra. Or bene, la più picciola scintilla visibile a chiaro giorno, e sensibile appena per qualche leggier crepito, producea, se non il primo effetto, cioè le già dette convulsioni e sbalzi di tutto il corpo, il secondo delle contrazioni e tremiti parziali; e poco più vi voleva per ottenere anche quello.

Digitized by Google

§ 3. Non è tampoco necessario di colpire immediatamente alcuna parte dell'animale con tali deboli scintille, bastando che scocchino queste tra il conduttore elettrizzato, ed un altro metallico, che comunichi o col corpo della rana a dirittura, o per l'interposizione di un terzo, di un quarto ecc., talchè in somma la rana si trovi posta in qualche modo a fare anello di comunicazione tra questi conduttori, onde il fluido elettrico abbia a tragittare ancora per essa.

§ 4. Nè perciò pure è richiesto che tal serie di conduttori colla rana interposta si tengano *isolati*: giaccian pure tutti sul tavolo, o sul pavimento; chè, malgrado ciò, ogni scintilla che scoccherà dal conduttore della Macchina contro una palla metallica, es. gr., la qual faccia capo dell'anzidetta serie di conduttori, ogni scintilla, dico, che scoccherà alla distanza di due linee, di una, e talvolta anche meno, e quindi assai poco forte, scuoterà non debolmente la rana, facendola contrarre, o stendere ad un tratto, e con impeto le gambe, massime se sia ella interposta ai conduttori in guisa, che comunichi agli uni con un piede, agli altri colla testa, o con un altro piede.

§ 5. Ho detto che non è punto necessario il tenere isolati e conduttori e rana; ma che possono star posati sul tavolo o altrimenti, purchè in serie continuata. E la ragione è, che il fluido elettrico, poco o molto che sia, allorchè è portato a trasfondersi istantaneamente, come avviene nelle scariche provocate in un colpo, siegue principalmente la via de' migliori conduttori. Per altro, siccome non lascia di scorrerne nel medesimo tempo porzione anche negli altri conduttori, men buoni sì, ma non cattivissimi, quali sono il tavolo medesimo, od altri legni non molto secchi, il pavimento ecc., quindi è, che vi vuol sempre una scarica elettrica un poco più forte a convellere la rana interposta ai conduttori metallici, od altri sufficientemente buoni, se questi ed essa non sono isolati, che ove lo sieno tutti fino all'ultimo, il qual dee in ogni caso comunicare col suolo, per procurare un migliore e pieno scarico.

§ 6. È dunque vantaggioso di tenere i conduttori metallici, su cui si scarica scintillando l'elettricità dal conduttore della macchina, isolati, ed isolata anche la rana all'estremità di quelli; la quale d'altra parte comunichi con altri similmente buoni e vasti conduttori non isolati, come un filo di ferro, o catena prolungata ampiamente sul suolo.

§ 7. Ma più d'ogni altro vale a scuotere la nostra rana la scarica d'una boccia di Leyden; giacchè se l'elettricità di un semplice conduttore debbe pur esser di tal forza da eccitare una mediocre o picciola scintilla almeno, trattandosi della boccia basta una carica così debole, che non arriva a scintillare. E qui pure non fa bisogno nè che si tocchi immediatamente la rana coll'uncino di essa boccia, nè di alcun isolamento: richiedendosi solo ch'ella si trovi collocata comunque nel *circuito* della scarica, o vogliam dire, che faccia parte dell'*arco conduttore*.

§ 8. In vero è sorprendente il vedere come e quanto venga scossa da tali

Digitized by Google

scariche non scintillanti debolissime di boccette anche picciole: e solo diminuisce un poco la maraviglia, riflettendo come la carica delle boccie di Leyden a un dato grado dell'elettrometro equivale per quantità di fluido elettrico, in grazia della sì grande loro capacità, ad una carica dell'istesso grado di un semplice conduttore centinaia di volte più grande (*a*).

§ 9. Checchè ne sia, è sempre picciola la quantità di fluido elettrico, che trovasi accumulato in una boccetta di pochi pollici di armatura, quando addotta alla scarica con un arco conduttore metallico non fa vedere la minima scintilla, e solo può esplorarsi, e misurarsene la sua debole forza coi più delicati elettrometri: e tale scarica pur basta a convellere la rana.

§ 10. Fin qui sottoponendo alle prove una rana viva e intiera. Che se venga prima sventrata e tagliata in guisa, che le gambe tengano alla spina del dorso per i soli nervi crurali, cioè preparata alla solita maniera di GALVANI, allora si convelleranno e guizzeranno esse gambe per una elettricità molto più debole ancora, per una neppur scintillante di un conduttore discretamente capace, e per una carica di boccetta di Leyden, che giunge appena a muovere di un grado il mio elettrometro a paglie sottili, e neppur tanto. La ragione di tale e tanta sensibilità è riposta nel dover passare quella qualunque siasi corrente di fluido elettrico tutta raccolta pel solo ristretto canale de' nervi crurali nudi ed isolati.

§ 11. Or dunque non si ricerca più che una picciolissima corrente di fluido elettrico, che invada il corpo del picciolo animale, singolarmente i nervi, e trapassi per essi con rapidità, per eccitare ne' muscoli le indicate convulsioni. Dico con rapidità, giacchè se venga cotale trascorrimento ritardato da cattivi conduttori, può facilmente mancare l'effetto. Questa picciola ma rapida cor-

---

(*a*) Ho dimostrato ciò, e ridotta la cosa ai giusti termini di confronto, per quanto mi fu possibile, in una memoria *Sulla capacità de' conduttori elettrici, e sulla commozione, che anche un semplice conduttore è atto a dare, eguale a quella della boccia di Leyden* inserita negli *Opuscoli Scelti* di Milano, Tom. 1, P. IV e V, 1778, e nel *Journal de Physique*, Tom. XIII, P. 1, 1779, Avril. Mi parve allora di trovare che la capacità delle bocce di Leyden, e de' Quadri Franklíniani corrispondesse per ogni pollice quadrato di armatura a quella di sei piedi circa di lunghezza di un conduttore cilindrico del diametro di mezzo pollice, ed anche maggiore (giacchè la grossezza de' conduttori, come ivi dimostro, contribuisce poco alla capacità, assai meno cioè della loro lunghezza). Così trovai, che avevano presso a poco capacità eguale una boccetta di 16 pollici quadrati di armatura, ed un conduttore fatto di molte verghe di legno inargentate del diametro di circa mezzo pollice, lungo 96 piedi, dividendosi giusto per metà tra questo e quella qualunque carica elettrica, e producendo sì l'uno che l'altra, per quanto potei giudicare una scossa eguale nelle braccia. Ma la boccetta non era delle migliori, per essere di vetro un po' troppo grosso. Con altre boccette di vetro più sottile, epperò più capaci, di qualità eccellente, e preparate di fresco, ho trovato in appresso, che contengono per ogni pollice quadrato di armatura quanto un conduttore cilindrico di un pollice di diametro, lungo non 6 piedi solamente, ma 8, 10, ed anche più.

Digitized by Google

rente, che attraversa il corpo della rana, si ottiene colla scarica anche debolissima di una boccetta di Leyden, che non giunge cioè a dar scintilla, e talora neppure a muovere un delicato elettrometro, si ottiene con quella scintillante, comechè debolmente, e talora anche non scintillante di un semplice Conduttore di discreta capacità, dirigendo tali scariche, sia immediatamente, sia per mezzo di altri conduttori sopra di esso corpo, come fin qui si è mostrato.

§ 12. Ma in un'altra maniera ancora si ottiene, che non dobbiam tralasciare di far osservare; ed è eccitando da un conduttore piuttosto grande ed esteso una forte scintilla, quantunque l'elettricità di questo per tutt'altra parte si traduca, che per la via de' Conduttori, tra quali sta collocata la rana. Un uomo es. gr. cava questa grossa scintilla dal gran Conduttore della Macchina elettrica, e ne viene scosso fino ai piedi, giù pei quali passa nel suolo tutto il fluido elettrico scaricato, mentre la rana trovasi posata sul tavolo lontana molti piedi da esso Conduttore elettrizzato, in contatto, o vicina a qualche altro buon conduttore non elettrico, nè tampoco isolato, anzi prolungato fino al suolo. Or ecco che ella pure si scuote ed entra in convulsione, al momento che l'uomo tira tutta sopra di sè l'elettricità del gran Conduttore della Macchina.

§ 13. Or come mai può questo accadere, e d'onde? E qual'è qui la corrente di fluido elettrico, picciola o grande, che invade ad un tratto il corpo della rana, e l'attraversa? È facile di rispondere quando si conosce l'azione delle Atmosfere elettriche, ch'egli è il fluido, ch'erasi smosso e ritirato dai conduttori sottoposti a quello elettrizzato, cioè immersi nella sua sfera di attività, che molto si estende; il qual fluido rifluisce e torna a suo luogo per la strada medesima, cioè per la serie dei conduttori giacenti sul tavolo ecc. tra' quali è posta la rana, rifluisce, dico, all'istante che distruggesi quella Atmosfera premente con provocare da qualsiasi parte del Conduttore elettrico, e in qualsiasi modo la grossa scintilla, onde viene a scaricarsi del tutto o in gran parte.

§ 14. Sarebbe inutile ch' io mi trattenessi di più a spiegare gli effetti di questa, che chiamasi appunto *Elettricità di pressione*, e ad applicarli al caso di cui ora si tratta; giacchè a chi è nota la teoria de'medesimi non serve dirne davvantaggio, e per farla intendere a chi non ne è al fatto ci anderebbe troppo a ripigliar la cosa da' suoi principj. Ella è questa una delle leggi primarie dell'Elettricità, da cui dipende la massima parte de' fenomeni. Con questa solamente, cioè con fare una giusta applicazione dell'*azione delle Atmosfere elettriche*, possono adeguatamente spiegarsi le cariche e scariche delle lastre isolanti, la virtù delle punte, le leggi de' movimenti elettrici, il giuoco dell'Elettroforo, del Condensatore ecc., come ho in varie Dissertazioni mostrato, pubblicate in diversi Giornali (*b*), e come hanno mostrato tanti altri. Il fenomeno

(*b*) Memorie *sull'Elettroforo, sul Condensatore, sulla Capacità de' Conduttori* ecc. Lettere *sulla Meteorologia elettrica.* Negli Opuscoli scelti, nel Giornale di Rozier, nella Biblioteca Fisica ecc.

Digitized by Google

particolarmente del *riflusso* del fluido elettrico ne' conduttori sottoposti anche da lontano all'azione delle atmosfere, è stato messo nel maggior lume da Mylord Mahon (*c*), il quale fa vedere come può uno venire, non che scosso violentemente, ma perfino ucciso da questo, ch'egli chiama *colpo di ritorno* (the returning Stroke).

§ 15. Non debbe dunque più far maraviglia, che la rana si commova, posta sul tavolo vicino a qualsiasi conduttore non isolato, e discosta molti piedi dal Conduttore elettrizzato della Macchina, quando si tira da questo una discretamente forte scintilla, scaricandolo per un'altra strada qualunque: massime poi se tal conduttore elettrico sia molto esteso, e sovrasti al tavolo medesimo. In questo caso, se al dipiù l'elettricità sia decisamente forte, e si scarichi ad un tratto con piena scintilla, vedrannosi comparire delle scintillette tra l'uno e l'altro dei conduttori metallici giacenti su di esso tavolo, o tra qualcuno di questi e la rana, ove trovinsi non bene contigui; le quali scintillette manifestano pur chiaramente il fluido elettrico che *rifluisce*, come si è detto. Essendo però, che una corrente anche minore di quella che può eccitare scintilla visibile, basta a scuotere la rana (§ 7 e seg.), se provenendo da conduttori di sufficiente capacità porti ad un tratto una discreta quantità di fluido; e che molto più picciola corrente ancora basta a produrre l'effetto, a far cioè saltare le gambe della rana sventrata e tagliata in guisa, che quelle tengano al tronco per i soli nervi crurali (§ 10); quindi non abbiam bisogno, in questo caso massimamente, nè di sì poderosa scarica del Conduttore elettrizzato, nè di tanta vicinanza sua ai conduttori e alla rana posti sul tavolo, perchè questa si convella: basta che non sian fuori della sfera di attività, la quale s'estende molto al di là di quella distanza, a cui può balzare la scintilla; tantochè se questa possa eccitarsi es. gr. tra due grosse palle metalliche a poco più di un pollice di distanza, l'atmosfera elettrica attuante giugnerà a 2, 3, 4 piedi ed oltre, secondo che il Conduttore è più esteso e capace.

§ 16. Ed ecco come non hanno più nulla di sorprendente tutte le sperienze descritte nella 1ª e 2ª parte dell'Opera del Sig. GALVANI, e delineate nelle due prime tavole (*d*). Mirabile è soltanto la grande sensibilità della rana, soprat-

---

(*c*) Principles of electricity. London, 1779.

(*d*) Non voglio con questo detrarre nulla al merito dell'egregio Autore, nè intendo significare, che tali sue sperienze si debbano avere in poco o niun conto. Esse son belle nel loro genere; e quel che è più, lo hanno condotto alla grande, alla maravigliosa scoperta dell'Elettricità animale nativa e propria degli organi, la quale viene eccellentemente dimostrata nella 3ª parte dell'Opera medesima, e della quale ho cercato di fare quell' elogio che conveniva, e l'ho fatto colla maggiore compiacenza nel Discorso precedente. Intanto il pregio di questa 3ª parte dell'Opera di GALVANI, contenente l'enunciata insigne scoperta, rimarrebbe sempre intiero e intatto, quand'anche si tagliasser fuori del tutto le altre parti come inutili, che pur non lo sono, avendo il loro pregio anch'esse.

Digitized by Google

tutto preparata alla sua maniera, e d'altri animaletti, allo stimolo elettrico, per cui si convellono in tutte le membra al tragittare che faccia per essi, massime per la via de' nervi, picciola quantità di fluido elettrico non atta per anco a scintillare.

§ 17. Non è già che non siano egualmente sensibili, o quasi, anche gli animali più grossi: i quali, se non vengono scossi a segno di entrare i loro muscoli in manifesta convulsione per quella picciola corrente di fluido elettrico, che convelle i muscoli, i membri intieri, e fino il corpo tutto di piccioli animali; egli è perchè troppo si diffonde esso fluido nell'ampio corpo di quegli animali grandi, scompartendosi in tante e tante strade deferenti, che gli offrono tante fibre, e vasi, e umori. Ne' piccioli animali all'incontro più poche essendo tali fibre deferenti che gli si presentano, e obbligato essendo così quel poco fluido elettrico a scorrere per esse, tanto più agisce sulle medesime irritandole, quanto il canale trovasi più ristretto. Una simile cosa abbiam già notata (§ 10) riguardo agli stessi piccioli animali, ne' quali, mediante il togliere tutti gl'integumenti ad uno o due nervi principali (come ai crurali della rana), e lasciarli nudi ed isolati, venga obbligata la corrente di fluido elettrico a tragittare per questi soli. Del resto taglisi ad un animale grande qualunque una porzione di qualche muscolo inserviente ai moti volontarj, del *gluteo*, es. gr., se ne tagli una porzione lunghetta, ma non più larga della gamba di una rana; e vedrassi se, come questa, non entra in contrazioni spasmodiche quel pezzo di muscolo, per l'istessa debolissima elettricità portata a tragittare per esso.

§ 18. Parlo sempre di trascorrimento di fluido elettrico, e di trascorrimento istantaneo, o almen rapido assai, il quale, quando si fa per entro ai fili nervosi e alle fibre muscolari, ma singolarmente ne' primi (§ 10), ancorchè sia picciola, anzi picciolissima la quantità di esso fluido, pur non lascia di eccitare grandi convulsioni e moti. Perchè altrimenti, se il fluido elettrico non è messo in tal corso, che tragittar lo faccia per detti nervi o muscoli; ma o vi s'accumuli soltanto in qualsiasi dose, o vi si diradi, non produrrà quegli effetti. Così se pongasi la rana o intiera o preparata sopra il Conduttore della Macchina elettrica, e vada con esso acquistando la più forte elettricità, se ne rimarrà quieta, finchè non se ne provochi alcuna scintilla, oppure spignendosi troppo oltre l'elettricità, non ispunti da qualche parte del suo corpo, dall'estremità es. gr. di una gamba pendente, un forte fiocco elettrico. Lo stesso è ponendola sopra lo scudo dell'Elettroforo, e alzando ed abbassando questo a vicenda; comunque cambi ad ogni accostamento ed allontanamento lo stato e tensione elettrica di esso Scudo, e quindi anche della rana posatavi sopra. Lo stesso esponendola all'aria di una stanza fortemente impregnata di elettricità, al segno che i pendolini di un Elettrometro di CAVALLO vadano a battere contro le pareti della boccetta ecc.

§ 19. Adunque lo stato elettrico *in più* o *in meno*, cioè la ridondanza o la

Digitized by Google

scarsezza di fluido elettrico in tutto l'abito del corpo, un'*elettricità* qualunque *stagnante*, o (come si suol dire) di *semplice bagno*, non affetta il nostro sensibilissimo animaletto, neppur preparato: non lo affetta almeno in guisa di eccitare la sensibilità dei nervi o l'irritabilità de' muscoli, tanto che nascano in questi le contrazioni, che vi accadono sì per poco allorchè il fluido elettrico, anche in picciola dose, scorre e trapassa per essi.

§ 20. Considerando la qual cosa ben si vede, che poca o niuna influenza può avere lo stato elettrico dell'Atmosfera sull'economia animale(*e*) per quel che riguarda almeno i moti muscolari. E così pure, che poco o nulla per questo conto possiamo aspettarci dal metodo di applicare anche l'elettricità artificiale di semplice bagno alla cura delle malattie. Per ottenere qualche effetto sensibile bisogna tradurre istantaneamente o a scosse il fluido elettrico da una ad altra parte dell'animale, dirigerne la corrente, sicchè stuzzichi nervi e fibre ecc. operando cogli altri metodi conosciuti dell'*Elettricità Medica:* la quale per altro, in mezzo a tanti fautori che ha avuto ed ha tuttavia, bisogna confessare, che non ha fatto quei progressi, che sembrava promettere (*f*).

§ 21. Ritornando ora alla nostra rana, che tutta si scuote nelle gambe massimamente, al momentaneo trapasso che fa dalla terra ai piedi, o viceversa, una picciola quantità di fluido elettrico, e picciolissima poi oltre ogni credere, quando esse gambe tenendo per i soli nervi crurali alla spina del dorso, per questi sia costretta a passare tutta la corrente (§ 10), dirò, che non pago delle sperienze fin qui riferite, e fatte alla buona, volli con maggiore accuratezza

---

(*e*) Si è pur troppo esaggerato il potere di questa elettricità naturale atmosferica sull'economia animale, e sulla vegetazione. Il sostenere, che sia nulla affatto la sua influenza sui corpi organizzati sarebbe troppo; ma ben può dirsi, ch'ella è sì picciola cosa, da non doversene quasi far conto. Infatti per potente che sia questa Elettricità colassù nella regione delle nubi, e potentissima nelle nubi temporalesche, essa non è più sensibile quasi a pochi piedi da terra, anche nei luoghi non ingombrati da'muri, o da piante, talchè d'ordinario ne danno appena alcun segno all'altezza delle nostre teste i più delicati elettroscopj, e quando pure vi si fa sentire a segno di moverli di 6, 8, 10 gradi, o più, il che avviene ben di rado, non è tuttavia che *elettricità di pressione*, che non si trasmette cioè a' corpi sottoposti, se non lentissimamente. Qual effetto pertanto, qual alterazione sarà ella capace una sì blanda elettricità di produrre ne' corpi organici? È facile giudicare, col confronto dell'elettricità artificiale anche un poco più animata di questa, e anch'essa di sola pressione, che niuna alterazione sensibile. Oh! se sempre si riducessero le cose al loro giusto valore, quanti effetti si cesserebbe di attribuirli a delle cause inadeguate, e richiamandoli a nuovo esame potrebbero venir meglio spiegati con altri principj. (V. le già cit. mie *Lettere sulla Meteorologia elettrica*, particolarmente la 4ª in una lunga nota).

(*f*) Tra tante Opere sull'applicazione dell'elettricità alla Medicina, la più completa e ragionata, lontana egualmente dagli eccessi de' fanatici e visionarj, e da uno intemperante pirronismo: la più dotta insieme e più giudiziosa è la seguente: *De l'application de l'electricité à la physique et à la médicine* par A. Paets van Troostwyk et C. R. T. Krayenhoff. Amsterdam, 1788.

Digitized by Google

e precisione determinare qual forza di elettricità potea bastare a convellere molto o poco la rana sottoposta in diverse maniere all'esperienza, riducendo tal forza a misure e gradi comparabili, con acconci *Elettrometri*, col *Condensatore*, quando gli elettrometri soli non segnano più la troppo debole carica, con ogni possibile artificio insomma: a quest'oggetto misi in ordine un picciolo e semplice apparecchio, che passo brevemente a descrivere (*g*).

§ 22. Consiste dunque in due colonnette, o tubi di cristallo, lunghi sei pollici più o meno, piantati in un'assicella, ciascuno de' quali porta in cima un piattello di sughero, o di altro legno dolce, per conficcarvi facilmente con due spilloni la rana, la lucertola ecc. nel modo che si vuole. D'ordinario ve la inchiodo per la testa, o per una delle zampe davanti da una parte, dall'altra per uno de' piedi, rimanendo così penzolone tra le due colonnette di vetro l'altra gamba posteriore: la quale è poi bel vedere come balza, allorchè traducendo la scarica elettrica pel corpo della rana entran tutte le sue membra in convulsione, anche quelle, che non trovansi sulla via diritta del tragitto. Altre volte conficco ambedue i piedi insieme: altre un piede di qua, un di là, sicchè il tronco rimanga pendente colla testa in giù, ecc.

§ 23. Affissa così la rana al patibolo, trovasi convenientemente *isolata;* onde tutta la corrente, picciola o grande, di fluido elettrico, che gli si vorrà scaricare addosso, è costretta a passar raccolta nel suo corpo, senza che punto se ne disvii per altri conduttori: mercè di che avviene, che più picciola carica di elettricità basti a conveller le membra che pervade, come abbiam già fatto osservare (§ 5). Vero è che, in paragone del corpo dell'animale, pieno in tutte le parti di umori, sono così poco deferenti i legni discretamente asciutti, che non molto si perderebbe, ancorchè venisse conficcata la rana immediatamente sopra un'assicella, la qual non fosse manifestamente umida o bagnata, e nulla quasi si perderebbe se fosse detta assicella ben secca. Ad ogni modo volendosi una certa esattezza, è più spediente e sicuro il mantenere un perfetto isolamento coi due tubi di vetro nel modo or ora descritto.

§ 24. Del rimanente questo apparatino riesce affatto comodo per qualunque maniera adoperar si voglia d'infonder l'elettricità, e tradurla pel corpo dell'animaletto. Vi piace di scaricarvi sopra una boccetta di Leyden? Basta che appoggiatone il ventre ossia armatura esteriore ad uno de' spilloni incliniate essa boccetta fino a toccare col suo uncino la testa dell'altro spillone. Volete un'altra volta far prova della scarica di un semplice conduttore? Prendete in mano l'assicella, e tenendo toccato con un dito uno de' spilloni, oppure un

(*g*) Avrei voluto darne qui le figure che ho fatte delineare, ma non si è avuto tempo di incidere i rami. Manco male, che anche senza figure potrà il lettore farsi facilmente un'idea di questo apparecchio, e costruirne un simile ove gli prenda la voglia di ripetere le mie sperienze.

Digitized by Google

filo, o catenella metallica, che ne penda, portate la testa dell'altro spillone sotto il conduttore elettrizzato, fino a farvela bruscamente toccare.

§ 25. Or venendo a quello, che più importa, che è di misurare con esattezza, e ridurre a gradi comparabili, come ci siamo proposti, le forze elettriche che s'impiegano, ecco il rimanente del mio apparecchio. Sopra un'altra colonnetta di vetro, alta un piede circa, e incrostata di ceralacca, acciò isoli a dovere, è piantato orizzontalmente un conduttore cilindrico di legno inargentato del diametro di un pollice e della lunghezza di due piedi circa, il qual porta ad una sua estremità un Elettrometro di HENLY, ossia *Quadrante-elettrometro* de' più sensibili di questo genere (*h*), quale dinoteremo con abbreviazione, dovendo tante volte nominarlo *Quad. el.*

§ 26. All'altra estremità fo toccare e star unito, quando occorre, cioè quando l'elettricità è così debole, che non giunge a darne segni il *Quad. el.*, il cappelletto di un Elettrometro a boccetta coi pendolini di sottil paglia; 16 gradi del quale corrispondono ad un grado del *Quad. el.* suddetto. Chiamerollo questo *Micro-elettrometro* e per abbreviare sarà scritto *Micr. el.*

§ 27. Questo Elettrometro a boccetta, *Micr. el.*, è munito di un piattello, che si avvita in testa, e che è destinato a condensarvi l'elettricità, mediante il tenervi applicato colla mano, mentre quella vi s'infonde, un pezzo d'incerato o di taffetà verniciato, il qual s'avvolge intorno alla mano medesima, e forma una specie di guanto (*i*). I gradi che risulteranno con tal artificio del *Condensatore a guanto*, il quale mi suol dare 50 circa per uno, li chiameremo 50^{mi} di grado, o gradi del *Micro-elettrometro Condensatore*, e in abbreviatura *gr. Micr. Cond.*

§ 28. Da ciò si rileva, che ad un grado del *Quad. el.* corrispondendo 16, come si è detto (§ 26) del *Micr. el.*, corrispondono 800 circa del *Micr. Cond.* ossia che un grado di questo vale $^1/_{800}$ circa di grado del primo. Così dunque quando la carica es. gr. di una boccia di Leyden è insensibile, sicchè non move neppur di un grado il semplice *Micr. el.*, se coll'indicato artifizio del mio Condensatore a guanto (§ preced.) si ottengano 4. 6. 8. 10 gr. *Micr. Cond.* sarà di altrettanti 50^{mi} di grado del *Micr. el.*, e 800^{mi} del *Quad. el.*, che dovrà dirsi esser carica la boccia.

§ 29. Ma per dare in qualche modo un'idea, e offrir un termine di paragone della forza, che corrisponde ai gradi di elettricità negli indicati stromenti di cui mi servo, farò osservare prima, riguardo alle forti cariche, che poche boccie di Leyden ne sopportano una, che faccia ascendere a 70 gradi il mio *Quad. el.*, i quali 70 gradi (che son gradi di circolo) per la difficoltà che incontra il pendolo

(*h*) Ho fatto anche a questo Elettrometro de'miglioramenti considerabili, che sono indicati nelle tante volte citate mie *Lettere sulla Meteorologia elettrica* (lettera prima).

(*i*) V. Lett. cit., lett. 1ª.

Digitized by Google

sempre maggiore d'innalzarsi, come ha oltrepassato il 40, vanno computati secondo i miei calcoli e correzioni, 85 in 90 gradi (*l*): poche boccie, dico, sopportano tanta carica, senza o scaricarsi spontaneamente, o spezzarsi. Una carica poi di 40 in 50 di tali gradi in una boccia di 100 pollici quadrati di armatura, giunge sovente ad uccidere, o per lo meno a tramortire una lucertola, una rana, un picciol topo.

§ 30. Riguardo all'elettricità debole e debolissima, che più fa al caso nostro, vengo a dire, che ad ottenere dal semplice Conduttore (§ 25) lungo soltanto due piedi la più tenue scintilletta, nulla punto crepitante, non eccitabile ad alcuna sensibile distanza, ma solo al contatto di un metallo, e non visibile se non all'oscuro, debb'essere l'elettricità sua da 1 in 2 gradi del *Quad. el.*, ossia 20 in 25 gr. del *Micr. el.*. Che se il Conduttore fosse molto più grande, basterebbero per tal minima scintilluzza 10 gr. del *Micr. el.*, ed anche meno.

§ 31. Così poi trattandosi di cariche di boccie di Leyden, posson bastare due gradi soli, ed anche uno dello stesso *Micr. el.*, e meno ancora, secondo che la boccia è più capace. Una boccettina, di cui mi servo il più delle volte, di 12 poll. quadrati di armatura, vuol esser carica 2 in 3 gradi del *Micr. el.* per darmi al contatto di un arco conduttore tutto metallico quella sì minuta scintilla, che appena posso scorgere al buio: meno di 2 gradi non basta.

§ 32. Una sì tenue carica, che muove appena i pendolini del Micro-elettrometro, e appena appena attrae da vicino un pelo sottilissimo di lino, od un minuzzolo di foglietta d'oro, non mi cagiona la minima sensazione nè sulla punta del naso, nè su quella della lingua, nè sulla palpebra dell'occhio, portando al contatto loro l'uncino della boccetta, che tengo in mano. Vi vuole a farmi sentire una lievissima e appena percettibile puntura, una carica vi vuole, che sia doppia di così, cioè di 4 gradi almeno del *Micr. el.*

§ 33. A qual prodigiosa debolezza vanno dunque le cariche, quando non si possono rendere sensibili neppure al *Micr. el.*, se non ricorrendo all'artifizio del Condensatore; e con questo pure non s'ottengono che 4, 6, 8 gradi *Micr. Cond.*, che sono 50^{mi} di grado del semplice *Micr. el.*, e 800^{mi} del *Quad. el.* (§ 27, 28)! Eppure abbiam già indicato (§ 7) e faremo più chiaramente vedere, che meno di questo, cioè le cariche di 2 soli di tai gradi *Micr. Cond.* bastano ad eccitare contrazioni e spasmi ne' muscoli di una rana, che sia preparata alla maniera del Sig. Galvani, cioè che abbia le gambe attaccate ad un pezzo di spina dorsale per i soli nervi crurali, e che sia appesa al patibolo per questa spina o nervi da una parte, e per una od ambe le gambe dall'altra, bastan, dico, due soli *gr. Micr. Cond.*, se però la scarica è portata dai nervi ad essi muscoli: che altrimenti vi vuole di più.

(*l*) V. Lett. cit., lett. 1ª.

Digitized by Google

§ 34. Ecco quello, che ho creduto di dover premettere intorno ai gradi o misure dell'elettricità, per essere bene inteso nel racconto delle mie sperienze, e acciò ripetendole altri possano, riportandosi ai medesimi determinati gradi, ottenere anche eguali risultati. Per non creare lungo tedio ne riferirò qui poche: quelle soltanto in cui ho notate più diligentemente le circostanze e con maggior accuratezza fissati i gradi delle forze elettriche impiegate: giacchè poi le infinite altre sperienze che ho fatto dell'istesso genere mi han dati risultati, se non del tutto conformi, pochissimo discrepanti. E come ho assoggettati alle prove de' ranocchj or vegeti e sani ed ora languenti, ora intieri e ora decapitati, or con la spinal midolla traforata o lacerata or in altro modo straziati; e ho fatti lor soffrire questi strazj e preparazioni quando poco prima di assoggettarli alle prove elettriche, quando molte ore, e fino un giorno innanzi; e dopo averle così o intiere, o mozzate queste povere rane sottoposte all'elettricità artificiale mano mano più debole o più forte, son passato a prepararle con denudarne i nervi crurali, lasciatili attaccati alle gambe e reciso tutto il resto, salvo talora un pezzo della spina dorsale, cui altre volte ho troncata intieramente; e in tal guisa preparatele, ho di nuovo tentato, non solo qual più picciola elettricità bastasse a convellere i muscoli delle gambe, ma se dessero pur anche segni della propria innata elettricità animale o spontanea, e a qual grado: come, dico, ho predisposte e trattate le mie rane in tanti modi; così di ciascuna maniera diversa, scegliendo fralle tante sperienze consimili un esempio, darò come un tipo dei risultati, col quale convengono presso a poco tutte le altre prove analoghe.

§ 35. Cominciando dunque dalle rane piene di forza e di vita, non mutilate, nè straziate innanzi, queste vengono scosse violentemente in tutto il corpo per una scintilletta del Conduttore cilindrico (§ 25), elettrizzato circa 10 gradi del *Quad. el.*; nè lasciano di risentirsi con una leggiera convulsione nelle gambe per un'elettricità di 6 in 8 gradi, e un pocolino anche per quella di 4 o 5. Egli è poi presso a poco indifferente che l'elettricità del Conduttore sia per *eccesso* o per *difetto;* e che la scarica si dirigga dalla testa ai piedi, o viceversa, od anche dall'un piede all'altro: anzi così, cioè stando la rana appesa al patibolo con una gamba di qua l'altra di là, pendente il corpo, 3 soli gradi *Quad. el.* fanno qualche effetto, ed anche meno, come sarebbero 30 del *Micr. el.* (*m*).

§ 36. Troncato il capo alla rana, e infisso lo spillone nella spinal midolla, le cose succedono presso a poco come non troncato il capo, e se v'è qualche differenza, è piuttosto nel venir eccitate le convulsioni con minor forza elettrica.

(*m*) Siccome i miei micro-elettrometri a pagliette lunghe sottili non arrivano a 30 gradi, ma a 20, o 24 al più, oltre al qual termine detti pendolini sono portati a toccare le pareti della boccetta; così mi servo all'opportunità di un altro elettrometro a paglie più corte e grosse, ciascun grado del quale corrisponde a 4 gradi del primo, e ad ¼ di grado del *Quad. el.*

Digitized by Google

§ 37. Con una boccettina di Leyden picciolissima, cioè di 3 pollici quadrati appena di armatura (che ha però 10 o 12 volte maggiore capacità del suddetto semplice Conduttore) basta un'elettricità quattro o sei volte ancora più debole, cioè una carica di 5 o 6 gradi del *Micr. el.*

§ 38. Con una boccetta di 12 pollici quad. basta la carica di 2 in 3 gradi dell'istesso *Micr. el.*.

§ 39. Con boccie più grandi si guadagna ancora, ma poco; giacchè con una di 30 poll. quad. di armatura vi vollero a convellere la rana intiera, se non i 2 o 3 gradi dell'istesso *Micr. el.* più di 10 gradi; ed uno o poco meno con una boccia di 96 poll. quad.

§ 40. Non debbo lasciare di far osservare, che le più picciole convulsioni si eccitano talvolta ne' soli diti dei piedi; altre volte in alcune fibre de' muscoli delle coscie: quelle alquanto più forti, prodotte da un poco più di quel minimo di elettricità, si manifestano in tutta la gamba, che si scuote e balza; finalmente anche nelle altre parti del corpo, e nella spina dorsale, che s'inarca, ecc.

§ 41. In generale poi è eguale la sensibilità, come nella rana intiera, o semplicemente decapitata, così pure in una finita di trucidare col passare un lungo ago per tutta la sua spinal midolla, ed anche nelle sole gambe recise da tutto il resto del corpo: e questa sensibilità mantiensi nell'istesso grado, o presso a poco, per più d'un'ora dopo tali mutilazioni; talchè per tutto questo tempo bastano sempre a produr le grandi convulsioni i 10 gradi *Quad. el.* del semplice Conduttore e le picciole i 5 o 6 gradi (§ 35); la carica della boccettina picciolissima di 5 o 6 gradi del *Micr. el.* e quella di 2 in 3 *Micr. el.* della boccetta di 12 poll. quad. di armatura (§ 37 e 38).

§ 42. Adunque basta, adoperando una tal boccetta, che è ancora delle picciole, a produr le contrazioni nella rana intiera o mutilata, o nelle sole gambe recise, conficcati i due piedi un di qua un di là sul patibolo, basta una carica così tenue, che appena dà, come abbiam già fatto osservare (§ 31 e 32), una scintilla minutissima, nulla punto crepitante e visibile soltanto al bujo, e che non si scaglia a nessuna distanza sensibile, ma esige il contatto, si può dire, immediato dell'arco conduttore metallico; una carica, che attrae appena un leggerissimo filo, e move a stento un minuzzolo di foglietta d'oro la più sottile; che non produce la più leggier puntura sulle palpebre, sulla punta del naso ecc. Sì debole elettricità fa invero meraviglia come produca sì grande effetto ne' membri vivi e morti della nostra bestiuola. Ma niente è ancora se si paragona a quella molto più debole, che produce le istesse convulsioni, anzi più insigni, quando si è preparata la rana alla maniera del Sig. GALVANI.

§ 43. Tagliatala dunque in modo, che le gambe restino attaccate per i soli nervi crurali a un pezzo della spina, bastano allora a convellerla, nè tanto debolmente, 2 soli gradi, o 3 al più *Micr. el.*, e non già delle boccie di Leyden; ma del semplice Conduttore (§ 25). Che se poi adoprisi la boccetta di 12 pollici

Digitized by Google

di armatura, basta la carica di 1 grado solo dello stesso *Micr. el.* a convellere fortemente le gambe, ed eccitare scosse ecc.; ed anche molto meno, cioè 15 o 16 50^{mi} di grado, calcolati col *Condensatore a guanto*, e che dinoto 16 *gr. Micr. Cond.* (§ 24).

§ 44. Tanto di elettricità basta se diriggasi la scarica, ossia la corrente di fluido elettrico dalla midolla spinale, cioè dai nervi alle gambe, o da queste a quella. Ma v'è di più: se la direzione sia dalla spina alle gambe, han luogo le convulsioni per una forza elettrica 4, 6, 8 volte minore ancora, cioè di 2, o 3 gradi *Micr. Cond.* adoperandosi la boccetta; e 2 in 3 del semplice *Micr. el.* se non si adopera carica di boccetta, ma il solo conduttore (§ 25).

§ 45. Quali conseguenze dedur si possano da questa osservazione, confermata omai da mille sperimenti da me fatti colla maggiore accuratezza, cioè della molto minor forza elettrica richiesta ad eccitare le convulsioni, dando al fluido tal direzione, l'ho indicato già in uno scrittarello al Dr. BARONIO (*n*), e nel Discorso o Memoria precedente a questa (*o*); e nulla sopra un tal punto stimo ora opportuno di soggiungere.

§ 46. Tornerem piuttosto a ciò, che merita pure gran considerazione, ed è, come una forza elettrica inconcepibilmente picciola, una carica di boccetta di Leyden 40 o 50 volte più tenue di quella, che al contatto di un metallo può dare una minutissima scintilla visibile appena al buio, e 20 volte a dir poco minore di quella, che fa marcare un sol grado al mio Elettrometro già molto sensibile a fili di paglia sottilissimi; carica così esile, che non move punto neppure il sommamente delicato Elettroscopio di BENNET a listerelle di foglia d'oro sottilissima, basta a convellere le gambe della rana preparata nel modo indicato.

§ 47. Egli è così, che codesto *Elettrometro animale*, che può veramente dirsi tale, vince tutti gli altri Elettrometri, sian quanto si voglian sensibili e delicati, nel dar indizio delle cariche estremamente deboli; giacchè dove parrebbe esser nulla la carica di una boccia, anche cimentandola col sopraddetto Elettroscopio di BENNET (e solo potremmo averne dei segni col Condensatore) comparirà qualche cosa nella contrazione e scuotimento, che essa produrrà nella rana preparata.

§ 48. Che se può far tanto negli organi dell'animale l'elettricità artificiale debole a tal segno da eludere ogni Elettrometro, non v'è più difficoltà a concepire, che lo stesso far possa, produrre cioè le contrazioni e moti muscolari, un'elettricità propria e innata degli organi egualmente fiacca, vuò dire di sì debole tensione, che non giunge a movere il più delicato de' detti Elettrometri.

(*n*) Inserito nel Quad. prec. di questo Giornale. V. pag. 129-130.

(*o*) Vedi il Vol. medesimo pag. 175. segg.

Digitized by Google

§ 49. E invero un'elettricità, uno sbilancio di fluido elettrico tralle parti dell'animale, di un tal polso, che valesse a movere i nostri Elettrometri, non potrebbe in alcun modo sussistere; stante la qualità conduttrice delle fibre medesime, de' vasi e umori di esso animale. Però la natura ha provveduto di tale e tanta sensibilità i nervi, di tale e tanta irritabilità i muscoli, che una forza elettrica per tutt'altra maniera impercettibile basti ad eccitare le dette contrazioni e moti muscolari. Un simile fenomeno, che può servir d'esempio, lo abbiamo nella luce, la quale avvegnachè non abbia un momento meccanico bastevole a produrre la minima impulsione sensibile, a movere es. gr. una piuma od altro corpo leggerissimo da lei investito, pur eccita vivamente il nervo ottico, fino ad offenderlo per troppo gagliarda sensazione, e sì lo eccita non debolmente anche una luce debole e rara. Or dunque non fia maraviglia, che una picciola e debol corrente di quest'altro fluido etereo, sottilissimo, analogo si può dire, alla luce (*p*), qual è il fluido elettrico, investendo altri nervi, forse del pari delicati, o poco meno, dirò meglio del pari sensibili relativamente a lui, li stimoli ed ecciti, che da questo eccitamento de' nervi ne provengano poi le contrazioni e moti de' muscoli da quelli dipendenti [1].

§ 50. Ma che? Sarà dunque sopra i nervi, e non sopra i muscoli, che il fluido elettrico agisce *immediatamente*; e la sua azione verrà limitata ad eccitar quella solamente, allorchè movesi e trapassa per questo o quel membro dell'animale con forza affatto insensibile ai più squisiti elettrometri? Così appunto mi conducono a credere molte nuove sperienze che ho fatte, e che verrò tra poco esponendo, cioè che il *primario effetto* del fluido elettrico così mosso consista nel mettere in giuoco l'*azion nervosa*; conseguenza della quale, anzi veri e propri effetti della medesima sian poi i moti de' *muscoli volontarj*.

§ 51. Con ciò andiamo d'accordo coi migliori Fisiologi, che questi ed altri moti, ma singolarmente i spontanei fan dipendere immediatamente dall'azione od influenza de' nervi. Ma arrestandoci qui, un poco sembra che abbiam guadagnato col nostro fluido elettrico, con questa nostra Elettricità animale; o se non poco, certo non tanto quanto ci promettevano le prime sperienze. Abbiamo scoperto, è vero, in esso fluido, messo in moto per opera dell'organiz-

---

(*p*) Non voglio già con questo insinuare che il fluido elettrico sia lo stesso che la luce, e neppure una modificazione di essa. Tutte le sue qualità lo manifestano per un fluido *sui generis*, e il suo odore e sapore per un fluido più composto della luce, sebbene ancora rarissimo e sottilissimo. L'analogia dunque, che ho voluto indicare del fluido elettrico colla luce, col calore ecc. consiste in ciò, che come questi appartiene anch'esso ad una classe di fluidi incomparabilmente più sottili ed elastici, di fluidi aeriformi o gas, e non sensibilmente pesanti; la qual classe si può denominare dei *fluidi eterei*.

Ma intorno alla natura e costituzione del fluido elettrico, di cui ora si tratta, mi riservo a spiegare alcuni miei pensamenti, dietro a varie nuove sperienze e curiosi risultati, che mi è riuscito di ottenere, in altro luogo più opportuno.

Digitized by Google

zazione medesima, un agente immediato, l'eccitatore proprio della sensibilità de' nervi; e questo è già molto: ma non basta; avremmo voluto andare più innanzi, e ci pareva d'esserci giunti; di essere cioè già certi, che il fluido elettrico medesimo movesse egli i muscoli, ossia colla sua propria virtù stimolante, onde le contrazioni e moti loro. Che però dovendosi ora ridurre ad attribuirgli soltanto l'azione su' nervi, quanto mai restiamo addietro dal segno, a cui ci credevamo pervenuti? Intendiamo e spieghiamo in qualche modo quella primaria eccitazione de' nervi, o a meglio dire, sappiamo onde viene; ma come poi essa desti e metta in giuoco la forza muscolare resta ancora un problema com'era prima.

§ 52. Torno a dire, noi ci lusingavamo pure di aver sciolto un tal problema, o portata almeno una gran luce sopra una questione tanto ancora oscura per i Fisiologi: giacchè mentre questi eran costretti ad arrestarsi a cotale non ben intesa azione od influenza de' nervi nel moto muscolare, cioè non giungevano a spiegare per qual meccanismo, o per mezzo di che si comunichi da un capo lontano di nuovo leggermente stimolato l'azione al nervo tutto fino ai suoi ultimi rami, e come passando quindi ai muscoli ne ecciti le sì valide loro contrazioni; ci lusingavamo di giungere noi a ciò spiegare col nostro fluido elettrico trascorrente da' nervi ad essi muscoli, ed irritante i medesimi sul luogo. Già gl'istessi Fisiologi, ancorchè considerassero comunemente l'*irritabilità* qual forza propria e innata de' muscoli, pur ricorrevano ad un agente intermedio, o veicolo qual si fosse, per mezzo di cui tramandar si potesse e compiersi l'azione dei nervi sopra essi muscoli. E qui si abbandonavano alle ipotesi; chi mettendo soltanto in azione le parti solide del nervo, e concependo delle vibrazioni e tremori, che si propagassero da un capo all'altro; chi supponendo (e questi furono, e sono anche oggi la maggior parte) un certo qual fluido sottile, a cui dan nome di *Spiriti animali*, e assegnandogli il doppio officio di portare per la via de' nervi al Sensorio comune le impressioni degli oggetti esterni, e di scorrere a' cenni della volontà pei nervi ai muscoli, ed eccitarvi i moti. Or ecco il passo più grande, che già ci credevamo di aver fatto dietro la scoperta dell'Elettricità animale, e seguendo le idee del Sig. GALVANI Autore di questa grande scoperta, ci credevamo giunti a comprendere per qual mezzo appunto, e come esercitisi l'impero de' nervi su' muscoli, o qual fosse almeno cotal fluido nerveo, che volea insignirsi col nome di *Spiriti animali*. Quest'era il fluido elettrico; e la funzion sua principale immaginammo che fosse, scorrendo da' nervi suoi particolari conduttori a' muscoli, di agire immediatamente su questi, qual proprio e naturale stimolante de' medesimi. Come bene si spiegava in questo modo la cosa? Ma le spiegazioni più plausibili e seducenti, e quelle ancora, che sembran conformi alle prime generali apparenze, sono rare volte confermate da un esame più rigoroso e seguito de' particolari fenomeni; e quando al presentarsi di una bella scoperta ci sembra di poter andare molto

Digitized by Google

innanzi estendendola a grandi e magnifiche cose, siam sovente obbligati a dar addietro, ed a rinunciare a gran parte dei disegni concepiti (*q*). Così è accaduto nel caso presente: esaminata meglio la cosa, variando le sperienze e tentandone di nuove, ho dovuto accorgermi alla fine, che assai più limitato di quel che supponea GALVANI, ed io con lui, egli è il giuoco del fluido elettrico negli organi animali, terminandosi la sua azione immediata nei nervi, come sopra si è detto (§ 50).

§ 53. Non voglio già negare, che possa agire anche su questi immediatamente, ed irritandoli per se stesso eccitarne le contrazioni e moti. Un'elettricità forte, una scintilla viva e pungente, che colpisca il muscolo, può e dee far questo, come ogn'altro stimolo. Ma qui si tratta di elettricità debolissima, qual è l'elettricità animale, impercettibile ai più delicati elettrometri; e questa è, che non valendo ad irritare immediatamente i muscoli, i soli nervi affetta sensibilmente; i quali poi portano la loro azione sopra i primi (§ cit.), in qual modo non sappiamo ancora.

§ 54. S'ella è così non sarà dunque neppur necessario che esso fluido elettrico faccia incursione ne' muscoli medesimi, che hanno da convellersi; bastando che si limiti il suo trascorso ad una parte del nervo o nervi, da cui vengon retti e dominati que' tali muscoli. Ora molte sperienze mi han dimostrato che ciò appunto basta. Ne addurrò qui alcune solamente delle più dimostrative.

§ 55. Preparata una gamba di una grossa rana in guisa che il nervo crurale bene snudato e reciso, dalla spina dorsale, avanzi fuori dalla coscia quanto è lungo, ne copro all'estremità con una laminetta metallica piegatavi intorno, oppur lo serro con pinzette; e lo stesso fo ad un altro pezzo dell'istesso

---

(*q*) Potrebbero addursi di ciò molti esempi, ma ci bastino due soli, il primo de' quali preso pure dall'Elettricità. Cosa non si promettevano molti anni sono e Fisici e Medici dall'elettricità artificiale applicata alla Medicina? E alla fine, di quanto poco profitto è debitrice l'arte salutare a codesta *Elettricità medica* omai abbandonata! Lo stesso in certo modo è stato della scoperta dei mezzi onde misurare la respirabilità di diverse arie, per cui si pretese di potere coi così detti *Eudiometri* conoscere ogni vizio e qualità d'aria, discernere tutte quante le arie morbose ecc., quando il tutto si riduce al potersi con tali stromenti misurare una sola delle tante qualità e modificazioni, di cui è suscettibile l'aria atmosferica, cioè i gradi della sua respirabilità, o a dir più giusto la dose che contiene di *aria* pura *vitale*. (Può vedersi su ciò l'articolo *eudiometro* da me composto, e inserito nella traduzione di SCOPOLI del *Dizionario di chimica* di MACQUER). Non per questo però, che si sian dovute sovente riformare le belle e vaste idee concepite, e raccogliendo le vele troppo aperte piegare al ritorno, voglion condannarsi i tentativi arditi e gli sforzi che si fanno dagli uomini di genio per estendere qualsiasi scoperta, ed applicarla a quante più cose si può; che anzi è bene, che impieghinsi dapprima le forze dell'ingegno in cercare e tentare tutte le possibili applicazioni, e spingansi le cose anche oltre i limiti, purchè disposti si sia a retrocedere poi, ove scorgasi di essersi troppo inoltrati, e a ridurre infine le cose al loro giusto valore.

Digitized by Google

nervo poco sotto, cioè lo fascio con altra listerella di lamina metallica a forma d'anello, o lo stringo con altre pinzette, lasciando una o due linee d'intervallo tra l'una e l'altra di tali armature; cosicchè al disotto della inferiore rimane ancora una porzione di nervo nudo, come nuda rimane quella picciola parte framezzo. Ciò fatto scarico una boccetta di Leyden debolissimamente carica, cioè o non scintillante, o appena, sopra le due armature poste al nervo, in modo che la sola porzione di esso compresa tra quelle si truovi nel *circuito* della carica: ed ecco, che tutti i muscoli della gamba si convellono fortemente, ed essa si slancia e salta; quantunque, come manifestamente appare, la corrente di fluido elettrico siasi ristretta al nervo solamente, anzi ad una picciola sua parte, e i muscoli e la gamba tutta sian rimasti intieramente fuori. Non è dunque necessario che detta corrente giunga fino ai muscoli, che il fluido elettrico stimolante li invada: basta che solletichi e stimoli i nervi, da cui tali muscoli suscettibili di moto volontario immediatamente dipendono.

§ 56. Simile sperienza ho ripetuta molte volte anche sopra animali a sangue caldo, ne' quali, e più facilmente e più insigni si ottengono i descritti effetti. Scoperto e liberato da tutte le sue aderenze intorno, il grosso nervo *ischiatico* ad un Agnello, e troncatolo due o tre pollici sopra la sua inserzione ne' muscoli della coscia, vi applico due listerelle circolari di foglia o laminetta metallica, una vicino all'estremità troncata, l'altra alcune linee od un pollice sotto; oppure lo stringo con pinzette ne' due indicati luoghi, e se mi piace anche vicinissime le une alle altre, sol che non si tocchino. Così preparato il nervo, e tenendolo con un filo di seta od altro, sollevato dal contatto delle parti vicine, fo passare per quella picciola porzione di lui, ch'è interposta alle due armature metalliche, una debole scarica elettrica; la quale, come si vede, non che giugnere ai muscoli della gamba, non s'estende neppure all'altra porzione del nervo, che riman nuda tra la inferior armatura e l'inserzione di esso nervo nella coscia: eppure non lascia la gamba di convellersi, e sbattersi tutta quanta, egualmente che se si scaricasse la boccetta di Leyden applicandone un'armatura alla gamba medesima, e l'altra al nervo.

§ 57. Queste sperienze, come dicea, ho io replicate e variate in più modi coll'istesso evento, ed ho avuto occasione di notare che, le altre cose pari, soglion riuscire più forti le convulsioni nell'arto reciso dal tronco, che lasciando intiero il corpo, e preparando il nervo al suo luogo: ciò almeno quando il nervo, che si prepara è l'*ischiatico* ne' quadrupedi, il nervo crurale o il brachiale nelle rane.

§ 58. Quello che or mostrato abbiamo succedere impiegando cariche elettriche artificiali, nelle quali prove ancorchè si limiti il fluido ad agire su alcuni punti solamente, e dentro un picciolo tratto del nervo, pur ne nascono le contrazioni e moti de' muscoli, comunque lontani, ad esso nervo obbedienti: quello stesso avviene anche per le scariche o trasporti di fluido elettrico non

Digitized by Google

prodotti da alcuna previa carica artificiale, ma che procedono da parte a parte dell'animale mercè la semplice applicazione delle convenienti armature, ed arco conduttore; cioè avviene, che portata l'azione su' nervi soli, anzi sopra una picciola porzione di tronco nerveo, vi rispondano i moti de'muscoli a que' nervi soggetti, ancorchè la vera e propria corrente elettrica non giunga punto ad essi muscoli. Scopransi, e si isolino i nervi crurali di una rana, l'ischiatico di un Agnello ecc., e come sopra (§ 55, 56) applichinsi a due parti più o men vicine dell'istesso nervo le due armature metalliche, l'una di foglia di stagno, l'altra d'ottone, o meglio d'argento (vedremo tra poco quanto importi, che siano di diversi metalli); indi si facciano comunicare, o per mezzo di un terzo metallo qualunque, od anche senza di questo con avanzare l'una contro l'altra finchè si tocchino: all'istante si ecciteranno le convulsioni e sbattimenti di tutto il membro, che pur non è tocco, e a cui nulla si può concepire che giunga del fluido elettrico smosso soltanto da parte a parte, e sì da una ad altra parte vicina del nervo.

§ 59. Non si concepisce troppo neppure come si smova detto fluido elettrico da un luogo all'altro così vicino dell'istesso nervo, per la sola applicazione di quelle armature, e comunicazione esterna delle medesime, e perchè richiedansi tali armature *dissimili;* ma questo è un fatto che provasi con esperienze dirette, e intorno a cui ci tratterremo altrove di proposito.

§ 60. Diciam qui intanto, che non fa ne anche bisogno di due armature messe appostatamente al nervo, potendo bastare una sola, es. gr. di laminetta di stagno; purchè vengasi questa a toccare in sul confine con un capo dell'arco conduttore, es. gr. con un filo d'ottone o con altro metallo diverso da quello di essa armatura, come una moneta d'oro o d'argento, un cucchiajo ecc. vengasi, dico, a toccare sul confine, in guisa cioè che tal metallo, od arco conduttore tocchi a un tempo il lembo, ossia parte dell'armatura, e alcuni punti del nervo nudo; il che poi viene ad essere un equivalente delle due armature dissimili già dette (§ preced.), e prossime l'una all'altra. Il Sig. GALVANI ha pur notata questa circostanza dell'eccitarsi più facilmente le convulsioni se tocchisi col filo metallico il lembo dell'armatura, e insieme alcuni punti della parte nuda; ma ne ha recata tutt'altra ragione. Quella però, che noi diamo qui riportando tutto al giuoco non anco ben inteso delle *armature dissimili*, ma stabilito, quanto al fatto, con ogni genere di prove, è la sola coerente a tante altre sperienze di questo genere, come meglio mostrerassi in seguito: con essa una folla di fenomeni ed eventi, che sembrano capricciosi, tante apparenti anomalie rientrano nell'ordine; cioè riduconsi facilmente a certe leggi.

§ 61. Ritornando alla somma facilità, onde eccitansi vivamente i nervi, e i nervi soli, per qualsiasi picciola corrente di fluido elettrico, che li invada, intendiamo ora meglio perchè preparata la rana al modo del Sig. GALVANI, cioè lasciata la sola comunicazione tra le gambe e la spina dorsale dei nervi

Digitized by Google

crurali diligentemente snudati, si risenta ella cotanto, e le dette gambe si convellano per un'elettricità prodigiosamente debole, sia artificiale, sia propria animale: per una carica di Leyden es. gr. che arriva appena a 2 o 3 50^{mi} di grado del mio elettrometro a paglie sottili (§ 44): laddove lasciandola intiera si contraggono appena gl'istessi muscoli delle gambe per una carica 50 volte più grande, cioè di 2 o 3 gradi del detto elettrometro (§ 38). Per quello è dei muscoli di esse gambe, son pur questi investiti egualmente dalla corrente di fluido elettrico, che passa fino all'estremità dei piedi, egualmente dico, tanto se la rana sia intiera, quanto se sia preparata nella suddetta guisa: e che importa, infatti che esse gambe tengano alla spina del dorso per i soli nervi crurali? Tutta la corrente qual ella è non passa infine per detti muscoli? Anzi è credibile, che vi passi più rapidamente allorchè l'animale è intiero, di quando lasciati i soli nervi crurali di comunicazione tra la spina e le gambe, il tragitto si dee fare per questi soli angusti canali, i quali non essendo perfetti deferenti, non possono che ritardarlo. Ma per ciò appunto, che passa ristretto, e con qualche difficoltà il fluido elettrico ne' soli filetti nervosi, e fa urto contro di essi, perciò è, che tanto più vivamente li stimola di quello farebbe, se soli quelli non si trovassero a dargli passaggio, se non si fossero tolti via tanti altri deferenti, muscoli, membrane, vasi, umori, se in breve lasciati si fossero e lombi e ventre alla rana con tutti i suoi visceri e integumenti; nel qual caso scorrendo il fluido elettrico per tante strade, e molto minore quindi essendo la porzione di esso, che investirebbe i nervi crurali involti tra tante altre parti, molto meno verrebbero essi stimolati, nè già più sensibilmente, se non per una forza elettrica proporzionalmente maggiore.

§ 62. Anche questo dunque ci conduce a credere, che sopra i nervi si eserciti *primariamente* l'azione stimolante del fluido elettrico, che trascorrendo gl'investe: effetto *secondario* del quale eccitamento de' nervi sia il moto de' muscoli, che ne dipendono (§ 50). Ad appoggiare la qual sentenza, diversa da quella del Sig. GALVANI, che noi pure adottata avevamo da principio, e che riguarda piuttosto il fluido elettrico come lo stimolante proprio de' muscoli, l'eccitatore immediato della loro irritabilità; oltre le già recate prove, molti altri argomenti concorrono tratti da nuove sperienze e scoperte da noi fatte in questi giorni, di cui non è ancora qui luogo di parlare.

§ 63. Mi si obbjetteranno forse quelle altre mie sperienze già annunciate verso il fine della memoria precedente (Mem. I, § 43 segg.), con cui, senza mettere a nudo i nervi, senza portar via gl'integumenti, senza talvolta neppure tagliar la pelle, eccito nell'animale intiero e intatto, col solo applicargli le convenienti armature metalliche, e stabilire tra queste una comunicazione mediata od immediata, delle convulsioni e scosse in tutte le sue membra. Qui pare che sian piuttosto i muscoli, che i nervi quelli su cui agisca direttamente il fluido elettrico, che si trasporta dall'uno all'altro luogo: massime poi osser-

Digitized by Google

vandosi che riesce assai meglio l'esperienza, cioè le convulsioni e moti muscolari succedono molto più forti, ove le armature siano applicate ai più forti muscoli, e questi siansi snudati per applicarvele immediatamente.

§ 64. Ma forsechè non vi sono ramificazioni nervose in ciascuno di quei muscoli? Forsechè sfuggir possono la puntura, dirò così, elettrica? Io ho bene mostrato qui sopra (§ 55 segg.), che un pezzo di nudo nervo, senza fibra muscolare, venendo attraversato, e quindi stimolato da una picciola corrente elettrica, eccita le convulsioni e moti del membro a cui comanda, senza che ai muscoli di questo giunga tal corrente; ma sfido chiunque a provarmi, che allorchè una simile corrente di fluido elettrico pervade un muscolo, od anche solo una parte di esso, non ferisca alcuno dei filetti nervosi, che vi sono sparsi. Che se dimostrare ciò non si può, riman salva ed inconcussa la mia proposizione, che i nervi sian quelli che vengono eccitati da detto fluido elettrico trascorrente.

§ 65. Ma v'è di più: mentre voi che mi obiettate cotali sperienze, e state per l'azione immediata di esso fluido sopra le fibre muscolari, non potete ridur la cosa al punto, che ferendo egli queste sole, e nascendone la contrazione sia evidente e sensibile cotal sua azione immediata, onde resterà sempre almeno dubbio se una debole corrente elettrica, qual'è quella di cui si tratta, sia da tanto, io sì, che con esperienze dirette, di cui mi riservo a parlare sull'ultimo, vi renderò sensibile e manifesta, sensibile agli organi vostri medesimi (eh! diciamolo pur qui di passaggio) sensibile alla lingua, epperò ai nervi, giacchè di questi è il sentire, non solo la corrente di fluido elettrico, che sgorga in forma di pennoncello, e produce il noto venticello fresco sulla punta de' conduttori elettrizzati, ma ben anche quell'altra corrente invisibile dell'istesso fluido, a cui si dà luogo colla sola applicazione delle convenienti armature metalliche, che poi si fanno tra loro comunicare. Con non altro artifizio che questo di applicare alla punta della lingua una lamina di stagno o di piombo, lucida e netta, e posare sul mezzo della lingua medesima una moneta d'oro o d'argento, una spatola d'argento od un cucchiajo, e far quindi toccare il manico di questo cucchiaio o spatola, oppure la moneta alla lamina di stagno o piombo, contro cui preme la punta della vostra lingua, con non altra operazione, dico, che questa, gusterete l'istesso sapore acidetto, che vi si fa sentire sulla lingua quando l'opponete al tenue fiocco e venticello di un conduttore elettrizzato artificialmente a tale distanza che non iscocchino scintille. Anche qui dunque il trascorrimento del fluido elettrico occasionato da parte a parte della lingua, mercè la semplice applicazione di due metalli, e indotta comunicazione de' medesimi, eccita l'istessa istessissima sensazione, l'istesso sapor acido, nè già debole, ma anzi vivo; e niuna contrazione, niun altro moto in essa lingua pur cotanto mobile ed irritabile: il che è ben bastante a provare, che le papille nervose, non le fibre muscolari della medesima, son quelle che vengono imme-

Digitized by Google

diatamente affette nell'un caso o nell'altro dal fluido elettrico, che penetrando le vellica e stimola dolcemente.

§ 66. Così è: in tali prove non sono i *nervi del moto*, che di tali non ve n'ha sulla punta, e in tutta la parte anteriore della lingua, ma i *nervi del senso*, che vengono stuzzicati dal fluido elettrico; e però nasce nella lingua la sensazione di sapore, non nascono le convulsioni e moti, di cui pure è suscettibile essa lingua, ma per l'azione di altri nervi, che s'impiantano nella sua radice. Ad eccitar dunque cotali moti e contrazioni delle fibre muscolari della lingua, ho tosto pensato che conveniva portare l'azione elettrica sopra quella parte; e fatta in conseguenza la prova di strappare l'intiera lingua ad un agnello, ed armarne uno de' principali nervi della radice, oppur anche solamente la prossima carne viva, e d'applicare un'altra armatura verso il mezzo della lingua medesima, riunitele poi ambedue col mezzo di un arco conduttore, ottenni le aspettate convulsioni.

§ 67. Si fa dunque manifesto, che quale è il nervo stimolato, quale la sua natural funzione, tale è l'effetto, che corrispondentemente ne siegue, di sensazione cioè, e di moto, allorchè quella virtù nervea è messa in esercizio dal fluido elettrico che fa incursione; e che quindi il giuoco de' muscoli, le contrazioni ecc., sono un effetto immediato di quest'azion nervosa, non già del fluido elettrico, come ci siam argomentati di provare dal § 50 fin qui, e tutto il seguito delle nostre sperienze andrà maggiormente confermando. Che se fossero i muscoli disposti a risentirsi a dirittura, se quel picciolissimo trascorrimento di fluido elettrico, di cui si tratta, potesse irritarli immediatamente, perchè non avrebbero a convellersi tutti que' muscoli, che godono dell'irritabilità, e sono suscettibili di convellimento e di moto, stuzzicandoli tale debole corrente di fluido elettrico, perchè, dico, non avrebbero a convellersi anche dove non son presenti nervi, o que' tali nervi, che la Natura ha destinati per il moto? Ma no: quella debolissima corrente, di cui si tratta (giacchè non abbiamo ora in vista le scariche forti artificiali, atte a produr scintille ecc., le quali come si è già accennato (§ 53) potrebbero benissimo convellere i muscoli anche senza l'intermedio de' nervi), basta ad eccitare la sensibilità de' nervi, e a metterne in giuoco l'azione; non basta di per sè sola ad eccitare l'irritabilità de' muscoli sì che si contraggono.

§ 68. Conseguentemente anche quando si eccitano le convulsioni, e moti più o men violenti nelle membra delle rane, e d'altri animali vivi e intieri, sia colle scariche elettriche artifiziali molto deboli, come abbiam descritto in principio della presente Memoria, sia colla semplice applicazione delle convenienti armature metalliche, e indotta comunicazione tra loro, nella maniera cioè indicata sul fine della Memoria precedente, e ricordata pur anche qui (§ 63), non sono i muscoli, come ho creduto per qualche tempo, bensì i nervi sparsi per entro ad essi e coperti, che vengono primariamente affetti; e la forza nervosa

Digitized by Google

così eccitata è poi dessa, che mette in giuoco i muscoli, come ora sostengo. Però osservasi che corrispondono, e i luoghi, e la maggiore, o minor grandezza di questi moti muscolari, e la maggiore o minor facilità di eccitarli, alla maggiore o minor vicinanza delle armature a' nervi, che reggono quelle o queste membra. In conseguenza la pelle e gli altri integumenti, se non impediscono (e sì che in alcuni animali, cioè quadrupedi, uccelli ed altri, impediscono a segno che conviene assolutamente levarli, almeno in parte, come tra poco spiegherò), se non impediscono, dico, del tutto, nuocciono alla riuscita dell'esperienze; ed anche tolti via questi integumenti fino a scoprire la viva carne, non è mai che si eccitino con tutte le migliori armature nè sì facilmente, nè sì forti le convulsioni de' muscoli, come denudando ed isolando i respettivi nervi alla maniera di GALVANI.

§ 69. Non è che non siano abbastanza grandi, e molte volte strepitosi i movimenti eziandio negli animali assoggettati in questa mia nuova maniera intieri alle esperienze; nè che difficile sia di ottenerli, che anzi è facilissimo. Facili sì a farsi sono tali sperienze, più che alla solita maniera del Sig. GALVANI, quanto alla preparazione, non occorrendo alcuna dissezione dell'animale; e tanto più belle riescono e piacevoli. Ma quanto alla facilità di entrar in convulsione i muscoli, e alla forza delle convulsioni medesime, questo mio metodo la cede d'assai a quell'altro primo di denudare i nervi; e ciò che merita particolar riflessione è, che si ricercano, quando si lasciano i nervi coperti, quattro condizioni per il successo dell'esperienze, nessuna delle quali è assolutamente necessaria allorchè si sono snudati e isolati i nervi.

§ 70. La 1ª condizione è, che si tocchi l'animale intiero in due luoghi con non altri conduttori che metallici: laddove preparata es. gr. la rana in guisa, che le gambe tengano per i soli nervi crurali alla spina del dorso, si possono nei primi momenti, mentre cioè sussiste in pieno vigore la vitalità, eccitare le convulsioni toccando con una mano i piedi, e coll'altra mano ed anche con un più imperfetto conduttore, come legno, avorio ecc., la spina dorsale o i nervi.

§ 71. La 2ª che un tal doppio contatto metallico si faccia, per l'animale intiero, in ambedue i luoghi sopra non tanto picciola estensione, ovvero che sianvi applicate a dovere due armature metalliche. Può veramente bastare anche una sola, se all'altra supplisca la testa dell'arco conduttore abbastanza larga, perchè tocchi in più punti. Or tali armature o contatto ampio dell'arco conduttore, sebben giovino assai anche per l'animale, cui sonosi snudati i nervi, non sono però necessarie, finchè almeno mantiene la sua vitalità discretamente forte.

§ 72. La 3ª condizione che dette armature siano di metalli diversi, una cioè di stagno o piombo, l'altra d'argento o d'oro, d'ottone o di ferro. Questa diversità di metalli richiedesi assolutamente, o se sono ambedue le armature del-

Digitized by Google

l'istesso metallo, che almeno sia molto differente la maniera onde sono applicate, una essendo es. gr. di foglietta d'argento ben aderente, e come incollata alla parte, l'altra di lamina parimenti d'argento, ma non flessibile, piuttosto scabra che liscia, come una moneta ecc. In ciò si può dire, consiste tutto l'artificio, onde eccitare a nostra posta le convulsioni nell'animale intiero: vuol essere un'armatura di metallo tenero, cioè piombo o stagno, l'altra d'un altro metallo qualunque; però meglio di tutti riesce l'argento e l'oro, e non molto bene il rame e il ferro. Nell'animale all'incontro preparato collo snudarne i nervi, siccome non è assolutamente necessaria alcuna armatura (§ prec.), così applicandovene, od una sola od ambedue dell'istesso metallo, e perfettamente eguali, es. gr. due monete d'argento, o due fogliette di stagno, possono tuttavia ottenersi i soliti moti e convulsioni, finchè non sono molto illanguidite le forze vitali: giacchè quando lo sono, convien ricorrere anche qui alle armature *dissimili*, o per diversità di metalli, o almeno per differente foggia di applicazione (*r*).

(*r*) Il Sig. GALVANI notò ancora egli, che la diversità de'metalli influisce molto, talchè succedono e più facilmente e più veementi le convulsioni, se essendo ferro od ottone quello che tocca i muscoli, sia stagno od argento l'altro, che tocca i nervi della rana preparata alla sua maniera.

« Illud praeterea (così egli alla pag. 21) peculiare atque animadversione dignum, lan-
« guentibus potissimum praeparatorum animalium viribus, circa conductores arcus aut defe-
« rentia plana contingit nobis saepissime observare, variam nempe eorum ac multiplicem metal-
« licam substantiam cum ad obtinendas, tum ad augendas contractiones musculares multum
« posse, et quidem longe magis, quam una eademque metallica substantia. Ita ex. gr. si arcus
« totus ferreus fuerit, aut ferreus uncus, et ferreum item planum deferens, saepe saepius aut
« deficient contractiones, aut erunt perexiguae. Si vero eorum alterum ferreum ex. gr. fuerit,
« aereum alterum, multo magis si argenteum (argenteum enim prae caeteris metallis ad defe-
« rendam animalem electricitatem visum est nobis idoneum) contractiones continuo et longe
« majores, et longe diutius prodibant. Idem contingit una eademque cohibentis plani superficie,
« duobus ab invicem disjunctis locis, folio pariter metallico, sed dissimili obducta, ut scilicet
« si uno in loco stamni folium adhibeas, in altero aurichalci, contractiones ut plurimum longe
« majores contingant, quam si uno eodemque metallo, ac folio, argenteo licet, fuerit uterque
« locus obductus, seu ut inquiunt armatus ».

L'istessa cosa ripete il lodato Autore in altri luoghi della sua opera. Alle sue osservazioni son dunque conformi le mie; e solo notano questo dippiù, che se nell'animale preparato alla sua maniera sono men forti le convulsioni, e mancano sovente, ove le armature siano simili, dell'istesso metallo, nell'animale intiero alla mia maniera, o in cui ho snudati soltanto i muscoli, sicchè i nervi rimangano a lor luogo coperti, mancano del tutto e sempre: che se pur si ottiene talora qualche picciol moto, egli è probabilmente perchè o non sono perfettamente dell'istessa sorte i due metalli, comunque portino egual nome, differenziandosi per qualche diversa lega per essere più o men battuti e compatti, o perchè differiscono molto le loro superficie, essendo una più o men liscia e monda, più o men combaciante dell'altra ecc.

Ho poi cercato di conoscere meglio quale diversità di metalli favorisca più la riuscita del-

Digitized by Google

§ 73. Finalmente la 4ª condizione richiesta è, che non solamente sia metallo quel che tocca immediatamente la carne viva (§ 70), ma tutt'intiero l'arco conduttore metallico. Che se interrotto venga non che da un coibente, o da un cattivo deferente, come da una sottil carta, ma fino da uno strato d'acqua, che è pur conduttore bello e buono, avvegnachè ceda di molto ai metalli, l'effetto delle convulsioni manca nell'animale intiero, conforme già indicato abbiamo e spiegato sul fine della Memoria precedente: laddove non lasciano di eccitarsi le contrazioni e spasmi ne' muscoli, i cui nervi sonosi snudati e preparati, nè per tale interposizione dell'acqua a mezzo dell'arco conduttore nè per l'interposizione di una carta, o panno, o cuojo soltanto umido, e neppure se entrino nel *circuito* una o più persone, e fino il pavimento e i tavoli, fintantochè però è in pieno vigore la vitalità, come abbiamo fatto osservare già nel primo prospetto, che abbiam presentato delle esperienze del Sig. GALVANI, e delle nostre pur anche (*s*).

§ 74. Da tutto questo può rilevarsi abbastanza quanto più facilmente siano eccitabili le contrazioni de' muscoli, se i nervi, che vi metton capo, vengano snudati ed isolati, che se rimangano coperti dalle carni ed altri integumenti, e fin dalla pelle dell'animale intiero ed intatto. Intorno alla qual pelle e integumenti debbo pure far vedere quale ostacolo pongano anche questi all'eccitamento delle convulsioni, e sperimentandosi col metodo di cui ora si tratta.

§ 75. Nelle rane adunque, nelle anguille ed altri pesci, a cui, prima che agli animali di sangue caldo, ho estese queste sperienze, gl'integumenti non tolgono d'ordinario che la prova riesca molto bene, se non è che la pelle trovasi troppo asciutta; nel qual caso basta umettarla alquanto. Non così nei quadru-

---

l'esperienza, cioè ecciti più forti convulsioni nell'animale, e più facilmente; ed ho trovato che si possono comodamente partire essi metalli in tre ranghi, ponendo nell'inferiore lo stagno e il piombo, nel medio il ferro, il rame, l'ottone, e nel superiore il mercurio, l'oro, l'argento e la platina. Così poi giova più di tutto contrapporre ad uno dell'inferior rango, cioè al piombo o stagno, uno del rango superiore, oro od argento, e massime quest'ultimo. Quelli del rango medio, ferro ed ottone, fanno discretamente bene contrapposti anch'essi allo stagno e piombo; ma meno che l'argento e l'oro; meno poi ancora se contrappongansi a questi: onde appare che detti ferro ed ottone, e così il rame, che abbiam posti nel rango medio, assai più si accostano al superiore che all'inferiore, nel qual ultimo rimangono soli, e per molto intervallo separati, i due metalli teneri piombo e stagno. Le picciole differenze tra i metalli dell'istesso rango, come tra argento ed oro, tra ferro e ottone, tra piombo e stagno, non ho potuto peranco bene determinarle, nè assegnare il posto agl'altri così detti semi-metalli, cioè ai regoli di zinco, di antimonio, di bismuto ecc.: le quali ricerche, che non sono altronde della maggiore importanza, riserbo a migliore opportunità.

(*s*) Veggasi la Iª Memoria inserita nel T. II 2º Quad. di questo Giornale Fisico; e l'altro picciolo mio scritto al Dr. BARONIO, che la precede.

Digitized by Google

pedi ed uccelli, che ho potuto fino ad ora cimentare: con questi non mi è riuscita l'esperienza lasciando del tutto intatti i loro integumenti; ma ho dovuto levarne via qualche parte, almeno in quei siti, a cui volea applicare le armature. Sembra pertanto che la grossezza di tali integumenti, e la poca loro conducibilità intervenendovi massimamente la pinguedine, sia d'impedimento a quel celere e libero trasporto di fluido elettrico, che richiedesi per far impressione sui nervi, e stimolarli a segno, ch'essi poi suscitino le contrazioni de' muscoli; e che perciò manchino cotesti moti finchè detti integumenti son frapposti ad essi muscoli, e alle rispettive armature. Convien dunque levarli intieramente o in massima parte, ne' luoghi destinati per queste: convien che s'applichino le superficie metalliche ai nudi muscoli, ossia alla viva carne.

§ 76. La maniera da me praticata, che corrispose meglio, fu d'incidere la pelle agli uccelli e quadrupedi (*t*) tutt'al lungo della schiena, e rovesciarla indietro dai lati, e di vestir indi la nuda carne colla solita foglietta di stagno: d'incidere similmente e snudare qualche altro muscolo, es. gr. di una gamba, ed applicarvi una moneta od altra lastra d'argento. Ciò fatto non è più bisogno d'altro, per veder nascere le valide contrazioni, i moti e sbalzi di quella gamba, se non di fare che comunichino una coll'altra tali armature metalliche, o immediatamente venendo ad un mutuo contatto, o per mezzo di un terzo metallo.

§ 77. Anche le salamandre e le lucertole mi è convenuto quasi sempre scorticarle, in tutto o in parte: senza di che, con tutte le migliori armature, o mancava l'effetto delle convulsioni, od erano poco rimarcabili.

§ 78. Per le rane, sebbene scorticate diano in più forti convulsioni, e assai più facilmente, si può anche averne l'effetto, come già ho dichiarato (§ 75), lasciandole con tutta la pelle (la quale è sottilissima e umida, e veste immediatamente i muscoli più umidi ancora) intiera e intatta, se la foglietta di stagno soprattutto è ben applicata, e coll'altra armatura, es. gr. la moneta d'argento, applicata dove si sia, si prema alquanto contro la parte. Lo stesso è presso a poco anche delle biscie, almeno del serpente chiamato volgarmente *Smiroldo*, uno de' quali molto grande ho avuto occasione di assoggettare alle prove.

§ 79. I pesci anch'essi, su cui ho fatte simili sperienze, han corrisposto così colla pelle intiera indosso; raschiate le squame han dato qualche maggior segno; ma levata loro la pelle non mi sembrò che acquistassero maggior attitudine ad essere scossi; che anzi le anguille mi è parso, che diventino meno suscettibili: le anguille dico, che vestite di tutta la loro pelle se si muniscano delle convenienti armature metalliche (intendasi sempre *dissimili*, come si è spiegato) (§ 72), massime vicino alla coda, si contorcono e guizzano a meraviglia, al momento che si stabilisce la comunicazione tra dette armature.

(*t*) L'esperienza l'ho ora estesa anche ai grandi animali, a Montoni, Vitelli ecc., ne'quali riesce non men bene che nei piccioli e mezzani.

Digitized by Google

§ 80. Or poichè notate si sono le condizioni tutte richieste, e varie circostanze più o men favorevoli alla riuscita delle sperienze di questo genere, che han per oggetto cioè di eccitare le convulsioni in qualsisia animale vivo e intiero, e sì nelle rane, nelle anguille ecc. senza incisione alcuna neppur della pelle, nonchè senza denudarne i nervi, piacemi di descrivere queste sperienze un poco più particolarmente, onde possa ciascuno ripeterle con facilità e sicurezza dell'esito. Prendo dunque un'anguilla tal qual è, ed applico ad una parte qualunque del suo corpo una foglietta sottilissima di stagno, di quelle cioè dei battiloro, che si tengon frapposte alle carte di certi libretti, e che servono per inargentare a falso: applico, dico, questa foglietta di stagno dove mi piace, sulla testa, sulla schiena, al ventre, ai fianchi, alla coda dell'anguilla, e di quella lunghezza e larghezza che più mi piace, in modo che vi si adatti bene, come fossevi incollata. Così armato l'animale o vestito di un pezzo di camicia metallica ben aderente, lo pongo a giacere dal lato opposto non vestito sopra un piatto d'argento. Invece del piatto può servire egualmente bene anche una lastra non molto larga, come un cucchiajo, una moneta; ma conviene allora, che tal lastra picciola sia posta sotto all'anguilla in guisa, che corrisponda all'armatura superiore, cioè alla foglietta agglutinata, o poco almeno ne disti (*u*). Così disposte le cose, basta toccare con una chiave, con un filo d'ottone, con un altro cucchiajo, o moneta, con un pezzo insomma qualunque di metallo, purchè sia netto e mondo, il piatto o la lastra d'argento che sta sotto, e insieme la foglia o veste di stagno, cui tiene indosso la nostra anguilla, basta anche, senza altro metallo intermedio che faccia officio di arco conduttore, far sì che vi supplisca l'istessa lastra o cucchiajo o moneta che sia, avanzandola ed inclinandola tanto che giunga a toccare a dirittura detta veste di stagno, per rendere all'istante l'anguilla convulsa, per vederla corrugarsi, contorcersi, inarcarsi, erigere e vibrar le pinne, in tutta quella parte di corpo massimamente, che trovasi tra i limiti dell'una e dell'altra armatura. Bello è osservare come, se questa parte di corpo comprende la testa, o il collo, si gonfia questo, si alza quella, e la bocca s'apre e si chiude a vicenda, ogni volta che si viene all'indicato toccamento. Che se tutta la schiena o tutto il ventre dell'anguilla, dal capo fino alla coda, o tutto un fianco si vesta di foglietta di stagno non interrotta, e bene agglutinata, ed essa anguilla poi giaccia col lato nudo tutto al lungo sopra un bacile d'argento, allora all'istante che si fa la comunicazione in uno de' modi indicati tra l'inferiore e superiore armatura, tra il piatto cioè

(*u*) Nelle anguille, ne' serpenti, siccome in molti vermi e insetti, la direzione de'nervi e de' muscoli è più trasversale e circolare, che longitudinale, ossia viene in massima parte ristretta dentro ai confini di certe fascie, o anelli. S'intende quindi facilmente perchè debbano entro ai medesimi confini corrispondersi le due armature nell'anguilla, se hanno pure ad eccitarsi le contrazioni muscolari.

Digitized by Google

d'argento e la foglietta di stagno, tutto l'animale si convelle e divincola fortemente.

§ 81. Per la rana ancora sono le cose presso a poco eguali, in quanto che può applicarsi la camicia di stagno o tutt'al lungo del ventre, o tutt'al lungo della schiena, oppure a parte solamente di quello o di questa, o all'uno o all'altro fianco, e può applicarsi eziandio ad una coscia o gamba. Per essa rana poi non occorre del gran piatto, e basta in ogni caso la lastretta d'argento, il cucchiajo, o la moneta, quali non è neppur necessario, come nell'anguilla, di apporre al lato opposto e corrispondente della veste di stagno, nè ad essa vicino. Se così si fa succedono a dir vero più forti le convulsioni e moti; ma anche ponendo dall'istesso lato, su' piedi es. gr., o sulle coscie la moneta, o il manico del cucchiajo, quando son vestiti di foglietta di stagno o i lombi, o la schiena, o gli omeri, non lasciano, al momento che si stabilisce la comunicazione tra le due armature, di convellersi i muscoli delle coscie, e di vibrarsi le gambe. Così anche se una coscia o gamba porti la sottil veste di stagno, e sovra l'altra coscia o gamba compagna posi al luogo medesimo la moneta, o il manico del cucchiajo, convellerannosi, indotta la comunicazione, e guizzeranno ambe le gambe.

§ 82. Comincia dunque già a differenziarsi la rana dall'anguilla in ciò, che anche posta l'armatura d'argento in parte non corrispondente, e quanto si voglia lontana dalla veste o foglietta di stagno aderente, han luogo nulla di meno le convulsioni e spasmi, nè già parziali, bensì di tutto o quasi tutto il corpo.

§ 83. Ma quello, che più la differenzia ancora, è una assai più decisa corrispondenza tra muscoli e nervi; e tale, che quelli dei muscoli si convellono più fortemente, che ricevono più nervi, e più davvicino da quella parte del corpo, cui si è posta una delle armature, quantunque non a questi, ma bene ad altri muscoli trovisi applicata l'altra. Così es. gr. se al confine del dorso e sopra i reni, al luogo cioè ove trovansi poco sotto la pelle i grossi nervi crurali, sia applicata e fatta bene aderente la foglietta di stagno, convellerannosi e balzeranno le gambe, quand'anche l'altra armatura, la lastra d'argento o moneta (tra cui si viene poi a stabilire la comunicazione) sia applicata al ventre, al petto, alla testa: se la detta laminetta di stagno sarà incollata sopra il mezzo della schiena, entreranno in grande spasmo i muscoli del ventre e dei fianchi: se sovra gli omeri, i muscoli del petto, e le zampe davanti, il collo e la testa; a qualunque parte stia altronde applicata la moneta, il cucchiajo o lastra d'argento.

§ 84. Dicendo che convellerannosi specialmente i muscoli retti da quello o quei nervi, che trovansi vicini ad una delle armature, quantunque nè sopra nè appresso essi muscoli, ma in tutt'altro luogo sia applicata l'altra armatura, non voglio già far intendere, che non se ne risentano i muscoli immediatamente coperti dalle armature medesime, e i confinanti; che anzi son questi d'ordinario,

Digitized by Google

che più vengono commossi. Del resto anche negli altri muscoli tutti, o quasi tutti, si osservano tremori, palpiti, convulsioni spasmodiche, se la rana è molto vivace, se la si è snudata della pelle, e se l'armatura di foglietta di stagno sta bene applicata al luogo della spina dorsale e tutt'al lungo della medesima, di là essendo che diramansi tanti nervi a tutte le parti. Che se poi concorra ogni circostanza a determinar l'azione sopra un tal membro, sopra tali muscoli, se la lastra d'argento trovisi in contatto o prossima a quegli stessi muscoli, che ricevono più nervi e più davvicino dalla parte del corpo, cui sta incollata la foglietta di stagno, se tal veste essendo sovrapposta es. gr. ai lombi, ove trovansi i nervi crurali, la moneta o il cucchiajo d'argento stia sopra o sotto le coscie o le gambe, tutto allora cospirando a produrre l'effetto maggiore, si avranno le più strepitose convulsioni, de' guizzi e salti prodigiosi di coteste gambe: così se sia una armatura applicata sopra la spina dorsale e l'altra sotto al ventre, entrerà questo e i fianchi nelle maggiori convulsioni spasmodiche, e così i muscoli del petto, le zampe davanti, se contigua o prossima abbiano una delle armature, ecc. Fa poi stupore il vedere come la stessa spina dorsale s'incurva ripiegandosi indietro, e si tende, e il collo anch'esso.

§ 85. Si può già comprendere da quello, che son venuto accennando, in quante maniere ho variate queste sperienze; ma si comprenderà ancor meglio se dirò, che ho fatto delle prove ancora con diversi pezzi di foglietta di stagno applicati a un tempo stesso a varie parti del corpo della rana, e fra loro divisi da più, o men grande intervallo; formanti così altrettante distinte armature tutte eguali, e dell'istesso metallo, ponendo poi l'altra armatura di diverso metallo, cioè la moneta, il cucchiajo, od altra lastra d'argento, in contatto or d'una, or d'altra parte del lato nudo dell'animale, e provando tutte le combinazioni dei toccamenti, quando immediati tra questa armatura d'argento e l'una o l'altra di quelle di stagno, quando mediante un terzo metallo che facesse officio d'arco conduttore. Applicava talvolta cinque o sei pezzi di foglietta di stagno, uno sulla testa, sul collo l'altro, il terzo sulle spalle, sul mezzo della schiena il quarto, il quinto sopra l'osso sacro, e il sesto su di una coscia; e posta la moneta o la coda del cucchiajo d'argento, in prima sotto la mascella e la gola, ed applicato ad essa moneta o cucchiajo un capo di fil metallico, ne portava l'altro capo una, due, tre volte in contatto di ciascuna di quelle vesti separate o scudetti di foglia di stagno, per vedere quali fossero i muscoli, che più si contraevano in ciascuna prova: poi faceva passare la moneta sotto il petto, e ripetea gl'istessi toccamenti, cioè sopra tutte le cinque o sei vesti od armature suddette, facendo le stesse osservazioni: indi ancora da capo avanzata la moneta sotto il ventre; poi sotto l'una; poi sotto l'altra coscia; e infine sotto i piedi: da ultimo ripigliava tutti i cinque o sei toccamenti, posata la rana sul suo ventre; con testa e gambe distese tutt'al lungo di un piatto, o lastra d'argento.

Digitized by Google

Son queste già più di 40 combinazioni. Ma ne ho tentate ancora molte altre, vestendo di varj scudetti di foglia il ventre, i fianchi ecc., applicando una o più fascie circolari di tal laminetta attorno a varie parti del corpo a forma di cintura; e inducendo poi la comunicazione d'una o d'altra di tali fascie colla moneta o lastra d'argento qual si fosse, applicata a questa e a quell'altre parti del corpo: con che ottenni sempre (se i contatti metallici si faceano a dovere, com'è necessario in tutte queste sperienze) le convulsioni de' muscoli nelle parti rispettive.

§ 86. Nelle sperienze fino ad ora descritte è sempre stata l'una armatura di foglietta di stagno incollata ad una parte dell'animale, l'altra di grossa lamina d'argento, nulla o poco flessibile, posta semplicemente in contatto d'altra parte. Or debbo dire, che è poi lo stesso adoperando al rovescio, cioè applicando in un luogo una foglietta pieghevole d'argento o d'oro fino, e in un altro una lamina soda di stagno o di piombo; oppur anche applicando qui e là delle fogliette sottili, che s'adattino egualmente, ma di stagno o di piombo le une, le altre d'oro o d'argento, e sì anche di orpello. In somma è la diversità de' metalli, che fa: intorno a che abbiam già fatto osservare quello ch'è più essenziale (§ 72 e nota ivi), e verrà in altro luogo occasione di trattenersi più a lungo, cercando di trovarne, se sia possibile, la ragione.

§ 87. Abbiam pure altrove indicato (§ 60), come, ritenuta questa diversità di metalli, può tralasciarsi una delle armature, e supplirvisi mercè il toccare a un tempo stesso il lembo dell'unica armatura, es. gr. della foglietta di stagno, e alcuni punti della parte nuda, coi due capi dell'arco conduttore, ed anche coll'istesso capo, es. gr. coll'istessa faccia della moneta d'argento o d'oro, colla coda del cucchiajo ecc. In quest'ultima maniera eccitansi d'ordinario delle contrazioni spasmodiche ne' soli muscoli contigui, ed aggiacenti, e talora in alcune fibre solamente; ma spesso anche se ne risente tutt'un membro, una gamba, es. gr. che si scuote e balza.

§ 88. Passerei ora a descrivere le sperienze di questo genere fatte anch' esse in gran numero sopra altri animali, massime sopra quelli a sangue caldo, quadrupedi ed uccelli, già accennati (§ 75 e Mem. I^{a} sul fine), se lo credessi necessario, o molto utile; ma come è facile il fare l'applicazione di ciò che si è fino ad ora mostrato anche a questi animali, avuto soltanto riguardo alle differenze nella struttura, e nell'economia animale, differenze non molto grandi, per ciò che riguarda la sensibilità de' nervi, ed irritabilità de' muscoli; non mi tratterrò lungamente intorno a tali prove; e dirò solo in generale, che i risultati sono presso a poco eguali, cioè che si eccitano le stesse convulsioni e spasmi ne' muscoli, gl'istessi moti nelle membra di codesti animali, cogli stessi artificj delle *armature dissimili;* che in complesso si osserva l'istessa dipendenza de' muscoli dai nervi, venendo quelli commossi a norma, che sono influenzati da questi; che i muscoli ancora, o contigui o vicini alle armature

Digitized by Google

sono i più affetti; e che la sola rimarcabile differenza negli animali grandi è, che ove trovinsi molto discoste le armature una dall'altra, soglion essere men gagliardi i moti eccitati, e talora mancano finanche del tutto; massime se trovinsi dette armature applicate a parti fornite di pochi nervi, o troppo coperti, e a muscoli non facilmente suscettibili di moto; se non vi siano bene applicate; se siano non molto *dissimili*, es. gr. una d'oro o d'argento, al solito, l'altra d'ottone o di ferro, invece d'essere di stagno o di piombo (*v*).

§ 89. Lasciando pertanto le sperienze sopra gli animali vivi e intieri, piccioli e grandi, intorno alle quali ci siamo abbastanza trattenuti, con mostrare a parte a parte gli artificj, onde eccitare in varie parti del loro corpo, quando intatto, e quando spogliato, giusta il bisogno, di qualche parte solamente de' suoi integumenti, le *convulsioni*, diciam così, *elettriche;* mi piace di portarmi all'altro estremo opposto, e mostrare come son giunto ad ottenere le istesse convulsioni e forti contrazioni muscolari, non che dagli stessi animali decapitati, o con altre ferite uccisi, quando di fresco e quando delle ore prima; ma da' loro membri recisi, da piccioli pezzi di essi membri, e fino da frammenti e minuzzoli di muscolo minori in mole di un grano di frumento.

§ 90. Tutto l'artificio anche qui si riduce ad applicare le due *armature dissimili*; e quelle che riescon meglio sono al solito la foglietta di stagno, che s'agglutini bene ad una parte del muscolo, ed una moneta o lastra qualsiasi d'argento, che ne tocchi semplicemente un'altra parte. A fare poi la comunicazione fra queste, basta avanzare la lastra o moneta, strisciandola fino al contatto della foglietta aderente; meglio però serve un filo metallico ripiegato, che faccia ufficio di arco conduttore; il quale se sia egli medesimo d'argento, od anche d'ottone, può farsi senza della moneta o lastra, bastando di appoggiare con esso contro una parte nuda del membro o del muscolo, in guisa di toccarla, non in uno, ma in più punti, e di toccare insieme anche la foglietta di stagno. In qualunque modo succeda tal comunicazione de' due metalli applicati a punti diversi, ecco eccitarsi i tremori, i palpiti, le convulsioni in quello o quei membri staccati, in quel pezzo di membro reciso, picciolo o grande, che restan compresi tra i due toccamenti, e ne' muscoli ancora comunicanti.

§ 91. Sarebbe troppo lungo se volessi qui schiarire e mettere sott'occhio le molte sperienze da me fatte sopra i membri recisi, e pezzi di membri, sopra i singoli muscoli, e pezzi di muscoli, tanto di animali a sangue freddo, quanto ancora di quelli a sangue caldo, e i diversi eventi, secondo che mi studiai di variare le circostanze e gli aggiunti. Accennerò dunque solo, terminando questa Memoria, già troppo prolissa, due scoperte, che in seguito a tali sperienze ho fatte, non men interessanti che utili. La 1ª è, che non tutti i muscoli, per quanto

(*v*) Ved. il § 72 e la nota ivi.

Digitized by Google

siano irritabili, ma quelli soli che obbediscono alla volontà, i muscoli de' moti spontanei si contraggono ed entrano in convulsione, cogli artificj di cui si tratta, cioè delle armature metalliche *dissimili;* che però nè gli intestini, nè il ventriglio, nè il cuore, irritabilissimi tutti, massime quest'ultimo, ma destituiti di moto volontario, si convellono punto tentati con tali mezzi; il Diaframma sì, poichè gode pur evidentemente di tal facoltà.

§ 92. La 2ª su cui abbiam già qualche cosa ragionato (§ 65 e segg.) che talvolta, invece delle solite contrazioni e moti muscolari, il transflusso di fluido elettrico occasionato dalle *armature dissimili* eccita la sensazione propria de' nervi, che trovansi nel luogo affetto: il che accade nella lingua, la quale tentata con tali artificj non si convelle nè molto nè poco, ma sente nella parte sua più delicata, che è la punta, un sapor acido più o men vivo, non diverso da quello, che le fa sentire il fluido elettrico, che spruzza dall'estremità di un conduttore elettrizzato artificialmente.

§ 93. Per ottenere ciò conviene, come abbiam già (ivi) indicato, applicare alla punta della lingua, o poco sopra, una lamina di stagno o di piombo ben netta e lucida, e premervela contro con discreta forza; e sopra il mezzo, o ad altra parte di essa lingua applicare una moneta d'oro o d'argento, un cucchiajo, una spatola, od altra lamina di tal metallo; finalmente addurre le due lamine al mutuo contatto. Per lamina di stagno io prendo sovente un pezzo di carta, così detta, d'argento, che è propriamente carta coperta di foglia di stagno; e la trovo la migliore di tutte; eccetto che non ogni foglio di tal carta, che compero alla ventura, mi riesce egualmente bene: alcuni fogli fanno a meraviglia, tanto che il sapor acido, che vengo a sentire facendo l'esperienza a dovere, è forte sì, che mi riesce quasi insopportabile; altri all'incontro mi eccitano l'istessa sensazione, ma incomparabilmente più debole. Di questa differenza non saprei invero allegare alcuna ragione, se non è la diversa qualità di stagno, la sua lega con altri metalli, l'essere stato più o men battuto ecc. (V. la nota al § 72).

§ 94. Ella è cosa molto rimarcabile, che questo sapore continua a sentirsi, e va anzi crescendo in vivacità, per tutto il tempo, che i due metalli, stagno ed argento, continuano a star applicati, l'uno alla punta della lingua, l'altro ad altre parti della medesima, e a toccarsi fra di loro, formando un cotal arco conduttore: il che prova che continuo ed incessante sia pure il transflusso del fluido elettrico dall'uno all'altro luogo.

§ 95. Un'altra cosa non men degna di riflessione è, che facendosi inversamente la prova, cioè applicando alla punta della lingua la lamina d'argento, e più indietro la carta inargentata, o a dir più tosto stagnata, si sente su detta punta un altro sapore che non è già acido, ma piuttosto alcalino, acre cioè tirante all'amaro; il quale, sebbene più piccante e rabbioso quando si sente, non si arriva però a sentirlo se non sono le circostanze le più favorevoli, cioè

Digitized by Google

se non si contrappongono appunto argento e stagno, e quest'ultimo ben lucido. Così adoperando la carta stagnata, riesce o non riesce di sentire questo sapore, secondo che incontrasi quella di buona o d'inferior qualità (§ 93). Egli è pertanto assai più facile di sentire il sapor acido nella prima maniera, che questo sapore acre ed urente in quest'altra; ed è ben quello più decisamente acido, che questo alcalino: per tale invero non ardirei caratterizzarlo. Qualunque però sia, è assai diverso dal primo: e ciò basta ad aprirci grandi viste.

§ 96. Il fluido elettrico dunque messo in moto per la sola applicazione delle armature metalliche, affetta diversamente i nervi, produce sensazioni affatto diverse, se entri o sorta per tali nervi dei sensi. Or entra egli o sorte quando produce sulla punta della lingua il sapor acido? Io m'induco più volentieri a credere che allora entri; e che quando sorte da essa punta vi cagioni l'altro sapore, che tira all'alcalino; ma non posso ancor dare la cosa per accertata. Spingendo poi le congetture più avanti, se il fluido elettrico smosso per un modo o per l'altro produce per sè solo sapori diversi, non potrebbe esser egli la causa immediata d'ogni sapore? Non potrebbe esserlo delle sensazioni tutte degli altri sensi? Ma non abbandoniamoci ancora a queste idee troppo vaghe: estendiamo piuttosto le sperienze, e fermiamoci alle conseguenze ed applicazioni immediate delle medesime. Questa è la marcia, che ho tenuta fin qui; e che terrò, ripigliando il filo nelle seguenti Memorie.

Digitized by Google

NOTE DELLA COMMISSIONE

ED AGGIUNTE TRATTE DAI MANOSCRITTI DI A. VOLTA

[1] *Qui, a pag.* 270 *del T. II di Br. Giorn., s'interrompe la Memoria, che è poi ripresa a pag.* 35 *del T. III degli stessi Annali.*

A pag. 287 *del T. II di Br. Giorn. l'Editore, sotto il titolo:* SULL'ELETTRICITÀ ANIMALE ED ALCUNE NUOVE PROPRIETÀ DEL FLUIDO ELETTRICO DEL SIG. CAV. VOLTA, *dà notizia di nuove esperienze e scoperte del V. in argomento, segnatamente annuncia la scoperta che i soli muscoli inservienti ai moti volontari si eccitano per l'elettricità messa in giuoco dai semplici contatti metallici, e l'altra scoperta del vivo sapore che sente la lingua se a questa si applichino due armature metalliche diverse.*

Digitized by Google

Digitized by Google

IV.

ADDIZIONE ALLA MEMORIA SECONDA SULL' ELETTRICITÀ ANIMALE.

1792.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
	Cart. Volt.: **K 13 δ; J 5 β.**

OSSERVAZIONI.

TITOLO: dal N.° 3.
DATA: dal N.° 3.

K 13 δ, comprende la fine della precedente Memoria Seconda ed il principio della presente Addizione.

J 5 β, è la continuazione e la fine dell'Addizione stessa.

Dal contenuto di questi Mns. risulta il proposito del V. di destinarli ad Addizione della Memoria Seconda sull' Elettricità animale.

Digitized by Google

Digitized by Google

ADDIZIONE ALLA MEMORIA SECONDA SULL' ELETTRICITÀ ANIMALE.

Serva d'esempio ancora la nostra rana non più intiera, come nelle precedenti mie sperienze, non mutilata soltanto e troncata come in quelle del Dr. GALVANI, ma molto più, fino a farla in piccioli pezzi, e minuzzoli qual piccatiglio [1]. Taglio via a dirittura tutto il tronco, e ritengo le sole gambe posteriori unite appena fra di loro; dalle quali levata la pelle, applico ed incollo ad una parte di muscolo d'una un pezzetto di foglietta di stagno largo poche linee, e lungo un po' più; all'altra gamba appongo in qualsisia sito di essa, la moneta o lastretta d'argento; e fatta la solita comunicazione coll'arco conduttore, osservo le solite convulsioni, e salti in tutt'a due le gambe.

Veduto ciò, levo quella foglietta, e ne sostituisco una più picciola; e le convulsioni, adoperando i soliti toccamenti, nascono più deboli. Ristringo dunque mano mano tal armatura, o veste, finchè non vedo più convulsioni, o soltanto debolissime. Allora taglio via porzione delle gambe, o recido tutt'attorno molta carne; e truovo che quella stessa picciola armatura basta a far rinascere le convulsioni. La impicciolisco di nuovo, riducendola alla dimensione d'una in due linee quadrate, tantochè mi manca l'effetto delle convulsioni nelle due gambe tronche. Ma che? succedono di nuovo, tagliatane via una, ritenuta cioè quella sola gamba, ossia quel pezzo di gamba, cui sta applicata la porzioncella di foglietta metallica, e posto tal pezzo o troncone dalla parte nuda sopra la moneta, od il cucchiajo. Finalmente riduco a tale picciolezza detta foglietta, che non abbia più di una mezza linea quadrata; e non basti neppure per il troncone medesimo: basta però essa ancora se ritaglio questo, e lo riduco ancora ad un solo muscolo, o porzione di muscolo, non più grande di un grano d'orzo, o di riso: fa stupore il vedere come si contrae, si corruga e palpita questo minuzzolo di carne, ogni volta che con un picciolo

[1] *Finisce qui il Mns.* K 13 δ *ed incomincia* J 5 β; *un richiamo indica il susseguirsi dei due autografi.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

arco conduttore, con uno spillo es. gr. od una moneta, si tocca prima la lastra su cui posa, indi il frammento di foglietta di stagno con cui è segnato di sopra, o prima questo e poi quella; oppure si striscia e si rivolta tal pezzetto di carne in guisa, che giungano le due armature, cioè la lastretta e la foglia, a toccarsi.

Queste sperienze, che tra molte consimili adduco qui per esempio, dimostrano, che le armature, e massime quella che chiamo veste, ed è fatta di foglietta metallica ben combaciante, e incollata sulla parte, debbon avere un'estensione in qualche modo proporzionata alla mole del corpo animale, o di quella parte di esso, in cui voglionsi con tal artifizio eccitare le convulsioni; cioè che più questo corpo o questa parte recisa, su cui si opera, son grandi, e più ampie debbono essere le rispettive armature metalliche, principalmente una, perchè succeda l'effetto. Della qual cosa io trovo chiara la ragione inerendo alla già data spiegazione del più facile e copioso trasporto di fluido elettrico che con tali armature metalliche si procura dall'una all'altra parte del corpo animale, cui stanno applicate, sendo i metalli molto migliori conduttori che tutte le sostanze animali sì fluide che solide: per il che quanto più estesa è l'armatura, quanto maggiori i punti di contatto, tanto più di fuoco elettrico se ne traduce: ma se pochi sono tai punti, troppo picciola essendo l'armatura, e d'altra parte essendo grande la mole dell'animale, o del membro sottoposto all'esperienza, avvien che siano in grandissimo numero i fili, dirò così, deferenti interni dell'animale stesso, cioè le sue fibre, vasi ecc., sarà allora la quantità di fluido elettrico, che potranno tradurre tutt'insieme, quantunque meno deferenti del metallo, eguale o quasi eguale a quella che può tramandarsi dalla armatura metallica tanto più deferente, ma altrettanto meno estesa. Per tal modo continuerà il fluido elettrico a scorrere dall'un luogo all'altro per le interne parti dell'animale, che son pur conduttori belli e buoni, col solito tenore o poco mutato, e non farà quell'impeto, che si richiede perchè accadano le convulsioni. Che se restando pure l'armatura metallica così picciola e insufficiente all'uopo, com'è, si diminuisca invece il numero di codesti conduttori animali, o fili deferenti interni tagliando via de'membri, se sono più, o ritagliando quel solo membro o pezzo di membro, cui trovasi quella applicata, divenuta allora in proporzione minore la quantità di fluido elettrico, che possono tradurre detti conduttori animali interni, relativamente a quella cui può dar passaggio esternamente l'armatura, ne dovrà seguire l'effetto, le convulsioni ecc. come abbiam veduto che infatti succede.

Un'altra cosa sembrerebbero le stesse sperienze provare, cioè che poco o nulla influiscano i nervi in questi moti de' muscoli, conciossia che accadano col solo armare questi, senza nè isolare nè armar quelli, senza tampoco determinare in alcun modo la corrente del fluido elettrico secondo la loro direzione. Come mai si può credere che vengano interessati i nervi, quando si fa entrare in convulsioni e spasmi coi mezzi qui sopra spiegati un solo muscolo, anzi un

Digitized by Google

pezzo solo di muscolo, un briccioletto di carne? Ma pure molte altre sperienze tanto di quelle sopra animali intieri, che ho riferite diggià, e più ne apporterò in altro scritto, quanto di quelle collo snudare i nervi, ed altre preparazioni, troppo apertamente ne comprovano la massima influenza di questi ne' fenomeni dell'elettricità animale. Ne addurrò qui una o due delle più dimostrative. Preparata una gamba di una rana col suo nervo crurale snudato e pendente, lo fasciai con un pezzetto di foglia di stagno; ed un pezzo della medesima assai più largo lo applicai al più grosso muscolo, incollandovelo bene. Nulladimeno erano incomparabilmente più forti le contrazioni, e gagliarde le convulsioni di tutta la gamba toccando con un capo dell'arco conduttore il piede, e coll'altro il pezzetto di foglietta applicato al nervo, che toccando il pezzo tanto più grande applicato al muscolo. Ma qui non è tutto: non era neppur necessario di toccare coll'arco conduttore metallico il piede, od altra parte della gamba, bastando di toccarne con esso il solo nervo armato, mentre io reggeva colla mia mano tal gamba, tenendola pel collo del piede, bastava, dico, per vederla scuotersi, e balzare, e sentirne colla mia mano medesima le valide contrazioni de' muscoli: all'incontro toccando coll'arco conduttore soltanto la foglietta metallica applicata al muscolo, niente seguiva; e bisognava per veder qualche effetto, qualche tremito e subsulto toccare insieme coll'istesso arco qualche altro muscolo nudo, od una lastra appoggiatavi, come una moneta; nel qual caso erano bene più forti le convulsioni e spasmi, ma minori ancora di quelle che si eccitavano col toccamento del nervo armato. La differenza è egualmente manifesta e forse più negli animali a sangue caldo.

Forse sarà vero, che anche senza l'intervento de' nervi, sian atti a convellersi i muscoli col giuoco dell'elettricità animale propria; ma la grande influenza di quelli non può negarsi; nè già provano il contrario le poco innanzi riferite sperienze, in cui vedemmo succedere le convulsioni applicando le armature anche a' soli muscoli, anche ad un pezzetto solo di muscolo. Primieramente non sono nè così forti, nè così facilmente eccitabili, come or ora mostravamo, tali convulsioni, in confronto di quelle che si eccitano applicando una delle armature ai muscoli, l'altra a' loro nervi. In secondo è pur sicuro che entrano nervi in qualunque pezzo di muscolo? E non ve ne ha forse in qualsivoglia porzioncella anche recisa? Possiam dunque supporre, che ne' moti pure che il fluido elettrico fa nascere in questi o muscoli recisi, o fragmenti di muscolo influiscano tuttavia più o meno i nervi, seppur non sono assolutamente necessarj.

E in vero quando nol fossero, o non avessero una grande influenza almeno, perchè mai gli animali che ne sono destituiti o almeno non hanno quello che si possa chiamare un vero e compito sistema, ed apparato di nervi, non presentano gl'istessi fenomeni dell'elettricità animale, cioè non si convellono adattando alle varie parti del loro corpo o intiero, o troncato, le acconcie

Digitized by Google

armature? Eppure ho tentato invano alcuni animali di questa classe, cioè, le sanguisughe, i lombrichi di terra, ed altri; ed è ben rimarcabile, che non solo non mi han dato segni in alcuna maniera di elettricità propria animale, ma poco si risentirono ancora per le scariche dell'artificiale, incomparabilmente meno cioè di tutti gli altri animali corredati di nervi. Se lo stesso sia di tutti i vermi, o di quali solamente non ho provato ancora; nè oso indovinarlo. Bensì ho provato sopra membri intieri staccati dal tronco, sopra pezzi di membri, e sopra anche picciole porzioni di muscoli in altre classi di animali non che forniti egregiamente di nervi, ma dei più perfetti, in alcune specie ancora di quadrupedi e d'uccelli, e l'evento ha corrisposto in tutti, cioè ho ottenute sempre anche senza snudare i nervi, colle armature applicate semplicemente alla mia maniera a diversi muscoli, o a parte dell'istesso muscolo, i tremori, le convulsioni, i spasmi più o men forti. Ciò basti per dar un'idea dell'estensione a cui ho portate in meno di due mesi che mi occupo di queste sperienze, le ricerche sull'elettricità animale nativa e propria degli organi viventi, e sussistente ancora ne' pezzi recisi, finchè vi dura qualche vitalità; e del successo che hanno avuto tali mie sperienze e ricerche. Finisco dunque qui anche questa addizione, riserbando per altre Memorie, come già ho prevenuto, una più esatta descrizione, e le molte applicazioni di tante nuove sperienze, che presentano diggià una folla di cose troppo grande per digerirsi in una volta.

Digitized by Google

V.

GIORNALE DELLE SPERIENZE SULLA SENSIBILITÀ ELETTROSCOPICA DELLE RANE.

20 *Aprile* — 5 *Maggio* 1792.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
	Cart. Volt.; **J 2 α; J 4.**

OSSERVAZIONI.

TITOLO: del V. (nel § 42 della Memoria I[a] sull' Elettricità animale).
DATA: dai Mns.

I Mns. J 2 ed J 4, di cui la numerazione è affatto occasionale, si compenetrano e s' integrano a vicenda; hanno l'aspetto di appunti sperimentali accurati e metodici, non ancora però elaborati per una pubblicazione: si pubblicano tuttavia, sia pel loro interesse, sia per l' intenzione espressa dal V. nella Memoria I[a] sull' Elettricità animale (§ 42) colle parole:

« Di tutte queste osservazioni ho preso nota in un esatto Giornale, e lo esporrò al Pubblico.... »

Digitized by Google

Digitized by Google

SPERIENZE
SULL'ELETTRICITÀ ANIMALE

FATTE

li giorni 20, 21, 22, 23 *Aprile* 1790, *il tempo essendo fresco e asciutto.*

1. Una rana colla scarica piena di una boccetta di 16 poll. qu. diretta dalla testa all'estremità d'un piede, cadeva in asfissia; ma poco dopo si ricuperava. La notte dei 20 ai 21 verso le ore 12 con replicate scariche parve alfin morta; e la mattina seguente la trovai infatti morta verso le otto. Si eccitavano però nelle sue gambe posteriori le solite convulsioni ad ogni scintilla tenuissima del primo conduttore; ed anche per delle scariche non scintillanti di piccola boccetta.

Finalmente alle ore dodici preparata questa rana morta mortissima, alla maniera solita, e infisso l'ago nella midolla spinale, si risentiva per l'elettricità di 3 gradi del micro elettrometro di un semplice conduttore lungo tre piedi, purchè il fluido elettrico si dirigesse dai nervi ai muscoli, chè altrimenti pel senso contrario vi volevano al solito da 12 in 14 gradi. Armati poi all'ordinaria foggia i nervi dava segni abbastanza forti della propria spontanea elettricità animale coll'applicazione del semplice arco conduttore ecc.

Riteneva dunque questa rana ancora non poca vitalità. I suoi muscoli erano qua e là e in gran parte macchiati di un rosso livido, ma v'eran pur anche dei tratti pallidi e illesi.

2. Fu asfissiata due o tre volte, e finalmente uccisa un'altra rana (verso il mezzodì del 21) col fulmine di una boccia di 96 poll. qu. carica da ultimo ben 60 gradi del Quadrante elettrometro. Allora non si risentiva più nè alle picciole scintille nè ai più forti colpi elettrici, nè intiera, nè preparata, come si fece poco tempo dopo. Molto meno se ne poterono aver segni dell'innata elettricità animale, che mostrossi affatto spenta. I muscoli intanto snudati comparvero invasi da una generale infiammazione, e tutti di un colore porporino tirante al violaceo; quando quelli delle rane vive o morte, ma non uccise istantaneamente dal fulmine elettrico, veggonsi pallidi e bianchi.

3. Un'altra rana ricevette alcune scosse di 40 e 45 gr. di carica della stessa

Digitized by Google

boccia grande, e parve finalmente morta nelle gambe di dietro; e rimase così morta alcune ore; ma nelle zampe davanti osservavasi ancora qualche picciol moto. [Nella rana della sper. prec. si erano tradotte scosse anche per le gambe anteriori, ed erasi così estinta e vita, e vitalità anche in queste, e comparvero esse pure rubiconde. È anche da notare, che traducendo la scarica dalla testa ad una delle gambe posteriori, questa sola par che muoja, l'altra continuando a muoversi sebben languidamente. Quindi conviene tradurre un'altra scarica anche per questa: il meglio è farne passare una dalla gamba destra anteriore alla sinistra posteriore, e un'altra dalla sinistra anteriore alla destra posteriore; con che si privan di moto e di vita tutte quattro le gambe con due colpi soli, se questi son forti abbastanza.]

Or questa rana risentivasi così bella e intiera alle prove dell'elettricità artificiale anche debole, e si convellevano i suoi muscoli anche delle gambe morte; e più poi risentivasi preparata al solito, e quasi come se fosse stata preparata viva e sana: però ne' soli più grossi muscoli delle coscie; i quali comparvero non così infiammati, come gli altri, nè questi pure di un rosso così cupo come quelli della rana della sper. prec. Vedevansi dunque palpitare e scuotersi unicamente quelle parti rimaste illese. E in queste non mancò neppure di manifestarsi (armati nel consueto modo i nervi, e applicando al solito l'arco conduttore) l'elettricità animale spontanea.

4. Fu decapitata una rana verso mezzodì del giorno 22, e le infissi uno spillone nella midolla; con che si stirò violentemente e morì. Così morta rimase involta in un pannolino fino al giorno seguente 23; e messa alla prova verso le 10 della mattina, la scintilla del conduttore solito carico 15 gr. del Quad. Elet. vi eccitava delle picciolissime convulsioni: coll'elet.ª di 20 gr. si scuotevano considerabilmente ambe le gambe: a gradi 25, e a 30, erano le convulsioni più forti, ma non molto.

Colla boccia di 16 poll. di arm. bastò una carica di 12 in 14 gr. del micr. elet.; ed una di 20 fece oscillare come un pendolo una delle due gambe, che era pendente.

Sospendendola per i piedi uno di quà l'altro di là, pendente il tronco, bastò ancora la carica di 12 gr. del micr. elet. a far contrarre visibilmente i muscoli della coscia, e dondolare il tronco: 10 gr. non bastarono: 5 poi del quad. elet. eccitavano tale scossa, che colla rana si smovevano fino le boccette che sorreggevanla. Col conduttore di quattro piedi bastavano 12 gr. del Quadr. elet.. Tal che sembrò, che fosse alquanto più efficace l'elettricità a conveller i muscoli della rana, traducendola in questa maniera dall'estremità di una gamba a quella dell'altra, che non dirigendola dalla spina dorsale ai piedi.

La tentai da ultimo colla boccia di 96 poll. qu. carica 14 gr. del Quadr. elettr. con che fu convelsa violentemente, e s'inarcò, e rimase così inarcata e tesa, nello stato di un forte tetano, alcuni secondi.

Digitized by Google

La tentai ancora colla boccia di 16 poll. carica 15 e 20 gr. del Quadr. el.. Forte ondulazione, e scossa; ma non il tetano.

Ritornai alla boccia grande carica 15 gr. Q. E.. Commozione veemente; ma non tetano.

Preparata finalmente la rana al modo solito, e armati i nervi, non lasciò di dar segni della propria innata elettricità, sebben deboli, e a stento, obbedendo quasi solo ai toccamenti coll'argento, ed anche questo per poco tempo: ma infine possedeva ancora un residuo di cotal vitalità, dirò così, elettrica.

A convellerla coll'elet. artificiale vi volevano da 12 gr. del Qu. elet. col semplice Conduttore; e colla boccetta di 16 poll., circa 20 gr. del micr. elet. dirigendo il fluido dai nervi ai muscoli, e circa 30 gr. dirigendolo da questi a quelli.

Nei muscoli di questa rana spogliata apparivano delle striscie rossiccie, indicanti infiammazione, prodotta come pare dalle scariche elettriche che sostenute avea prima di prepararla.

5. Una rana cui troncai il capo il giorno 22 a mezzodì (*a*), e tenni involta in pannolino era ancor viva, cioè si moveva e faceva dei passi 24 ore dopo: e nel maneggiarla e appesa per i piedi di dietro sul patibolo si dibatteva violentemente, e arrampicava colle zampe ecc. quanto una rana intiera e sana.

Si comportò questa rana alle prove dell'elettricità artificiale, sì intiera, che preparata, come se non le fosse stata troncata la testa 24 ore prima: e corrispose parimente alle prove dell'elettricità sua propria, ma poco, e a stento.

6. Passai il colpo elettrico della boccia 96 carica 51 gradi da una delle gambe anteriori, ad una delle posteriori: le quali rimasero paralizzate e come morte, le altre movendosi ancora. Scorticata la rana si videro delle striscie rosse nella coscia e gamba fulminata, ma non molte nè molto cariche, nell'altra ancora un poco. Preparata poi diede segni di elettricità spontanea la sola gamba non fulminata, benchè deboli, avendo anch'essa patito come mostrò l'essersi stirata anch'essa nell'atto della scarica, e indicavano chiaramente le poche macchie rosse da lei contratte [1].

24 *Aple.*

Tempo bello, asciutto e ventoso. Term. gr. .....

Alle ore 11 della mattina preparai tre rane, la 1ª, che dava anche non armata segni vivacissimi di elettricità spontanea, si tormentò per mezzo quarto d'ora circa così, poi per altro mezzo quarto armata: indi si espose fuori della finestra sul nudo sasso all'aria secca: term. 11 in 12 gradi.

(*a*) Oltre il capo le mancava il cuore, e gli altri visceri della cavità del torace.

[1] *La continuazione del Giornale da J 2 passa ad J 4.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

La 2ª grossa e vivace preparata a ore 11 min. 20 e provato che dava segni vigorosi senza armatura, fu posta tosto nell'acqua di un catino.

La 3ª, a ore 11 min. 26 preparata nell'istessa maniera, e trovato che rispondeva benissimo non armata, fu involta due minuti dopo in pannolino bagnato.

La 1ª, dopo essere stata così esposta sulla finestra min. 20 giocava ancora benissimo.

Lo stesso, o forse meglio dopo altri 20 min.. Dopo altri 35 minuti comparivano le coscie molto appassite, di un giallo rossiccio livido, e i nervi diseccati, almeno la porzione rimasta a nudo fuori dell'armatura; eppure si contraevano ancora, e balzavano le gambe colla semplice applicazione dell'arco metallico.

Dopo altri 10 min. le gambe più appassite e secche, e più livide, si moveano pur anco divaricandosi od accostandosi a un tratto coll'applicazione dell'arco conduttore ad esse, e ai nervi armati, e si osservavano delle contrazioni parziali nelle fibre muscolari. Insomma parve che l'elettricità propria animale fosse poco indebolita; e che non per altro mancassero i forti guizzi e sbalzi, che per la poca flessibilità delle giunture e quasi rigidità dei muscoli.

A capo finalmente di 2 ore dalla preparazione, ed 1 $^3/_4$ dall'esposizione sulla finestra, messa alla prova, palpitano soltanto alcune fibre delle coscie; e qualche minuto dopo nulla più.

Allora però toccando con carta bagnata ai confini dell'armatura, e dei muscoli, la porzione de' nervi secchi, per bagnarli, ecco nuove contrazioni e moti delle gambe, che accadono però per poche volte. Allora posando la rana sopra un pannolino bagnato nascono una, due altre contrazioni, e non più.

La 2ª dopo 35 minuti d'immersione, tratta fuori avea delle piccole convulsioni o tremori nelle fibre de' muscoli e alla prova dell'arco conduttore giuocava assai bene.

Dopo altri 35 min. le coscie comparendo bianche bianche, e cominciando i muscoli a dar segni di macerazione col disfarsi alla superficie in filamenti, non lasciava di dar segni come prima dell'elettricità spontanea, e quasi forti come prima.

Dopo un'altra ora circa avendo fatto progresso la macerazione, e i muscoli divenuti essendo bianchissimi, non vi fu più modo di aver segni di elettr.ª spontanea.

Fu esposta allora, posata sul sasso di una finestra, al sole; e dopo alcuni minuti trovandosi asciugata convenientemente, e un pochetto rattiepidita fu tentata di nuovo; ma non diede alcun segno di elettricità spontanea. Si convellevano però le gambe coll'elettricità artificiale anche debole, cioè colla scarica della boccetta di 16 poll. a 10 in 12 gr. del micr. el.: e ciò tanto traducendola dalla spina ai piedi, quanto da un piede all'altro.

La 3ª dopo 80 min. che stette involta nel pannolino bagnato mostrò così vigorosa elettricità animale, come al principio.

Digitized by Google

Dopo un'altr'ora circa, si convulse una volta col solo prenderla in mano, e toccare bruscamente nervi e muscoli insieme. Alle prove dell'arco conduttore corrispondeva colle solite contrazioni, e sbalzi, anche con sola mezza armatura ai nervi di laminetta di piombo. Fu di nuovo involta nel suo pannolino bagnato.

Dopo 7 ore e mezzo di bagno nel pannolino, cioè alla 6 $^1/_2$ pomeridiane, erano i muscoli molto flosci e i nervi ancora; ma pure armati questi, ebbi qualche segno di vitalità, cioè ai toccamenti dell'arco conduttore palpitavano un pochetto alcune fibre di una coscia: il che però non durò che qualche minuto.

Tentando allora coll'elett.ª artif.ᵉ trovai, quella del sempl. Conduttore di 10 gr. del Quad. el. bastava ad eccitare delle convulsioni, e a far dondolare una gamba pendente; colla boccetta poi bastava la carica di 10 gr. del Micr. el., e 15 traducendo la scarica dall'uno all'altro piede.

Fu riposta nel pannolino e la mattina seguente alle ore 10 tentata colla scarica di 20 gr. del Qu. el. di una boccia di 30 poll., tradotta come si sia facea ancor vedere qualche palpitazione in alcune fibre della coscia: dopo due o tre volte ci volle la scarica di 30 gr. Qu. el.. Poi finì.

24 *Aprile suddetto.*

Furon poste due rane in una caraffa d'acqua sopra un fornello acceso. Dopo i 20 gr. mostrarono d'essere notabilmente incomodate. Verso i 30 strepitarono furiosamente sbattendo l'acqua fuori del vaso; caddero in terribili convulsioni, che finirono colla morte, ed una tensione e inarcamento di tutto il corpo verso i gr. 35. Furon lasciate fino al calore di 40. Allora ne fu tirata fuori una, la quale così tesa e inarcata, come s'è detto, e coi muscoli duri inflessibili e renitenti[1] al tatto si mantenne per una mezz'ora che precedette la sua preparazione. Del resto non avea punto mutato il color della pelle: bensì scorticata apparvero le carni alquanto rossigne.

Preparata dunque e tentata in tutti i modi non diede alcun segno di elettricità propria; e neppure si risentì coll'elet. artificiale, neppure colle scariche discretamente forti delle boccie di Leyden.

Fu posta nell'acqua alla temperatura dell'ambiente per una buona ora, ma non acquistò punto di flessibilità nelle giunture, e poco perdette della contratta rigidità dei muscoli.

Il colore rossigno, anzichè sparire, s'accrebbe anzi nel bagno, fu poi vano ogni tentativo per farle dar segni di elett.ª propria, o per farla risentire coll'elet.ª artificiale.

---

[1] *sic.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

Fu rimessa nello stesso bagno; e trattane fuori alle 7 della sera, trovai più ammorbiditi anzi flosci i muscoli, ma rigide tuttavia le gambe per l'inflessibilità delle giunture: e non valsero a convellerle, o a far palpitare i muscoli nè forti scintille, nè scariche di boccie di Leyden.

Finalmente dopo 24 ore di bagno avean acquistato anche le giunture una discreta flessibilità; e il color rossigno era sparito. Le scariche elettriche non facean niente.

L'altra rana la lasciai nell'acqua che fu riscaldata fino a 60 gradi. Lo stesso stiramento delle gambe, inarcamento e tensione del tronco, la stessa inflessibilità delle giunture, e rigidità de' muscoli. Il quale stato due ore dopo era quasi lo stesso. Il colore verde della pelle dalla parte della schiena smontato, e fattosi alquanto bianchiccio, il bianco dalla parte del ventre debolmente rossigno come quello delle carni, le quali snudate comparivano mezzo cotte, e cadevano per poco in brani. Fu inutile il tentare l'elettricità.

Una rana morta naturalmente nel vaso ove erano tutte le altre, e morta forse da più giorni, giacchè erano cinque dì, che vi erano state rinchiuse, e poichè sventrata mostrò i visceri mezzo anneriti, e che cominciavano a putire, preparata al modo solito, fu affatto insensibile, nè v'ebbe fibra in lei che desse il minimo segno di convulsione a nessuna prova, neanche colle scariche forti delle boccie di Leyden.

25 *Aple.*

Poste due rane in una caraffa d'acqua, e riscaldata questa gradatamente sopra un fornello, cominciarono quelle a dibattersi violentemente verso i 24 gr.: verso i 32 e 33 parve morta una, e ai 34 anche l'altra: allora si ritirò l'ampolla dal fuoco, e si estrassero le rane.

Erano alquanto tese e inarcate, e irrigidite soprattutto le zampe davanti. Sventratane una, mostrò i visceri notabilmente anneriti. Il cuore pulsava ancora, e continuò anche divelto a pulsare stuzzicandolo per pochi minuti. Finita di preparare diede segni sufficientemente vigorosi e durevoli di elett.ª spontanea.

L'altra rana intanto tornò in vita, cioè riprese a moversi. Allora la gettai di nuovo nell'acqua dell'ampolla, che era venuta a 30 gradi; dove perdette ogni moto e parve tornata morta; la lasciai nel bagno un quarto d'ora circa, prima di ritirarla, quando il calore dell'acqua fu ridotto a gr. 26 ½. E subito preparata, trovossi che il cuore pulsava. Divelto pulsava ancora, per un minuto circa e andava vuotandosi di gran quantità di sangue: dopo di che appena più contraevasi neppur punto con un ago. Intanto finita di preparare la rana,

Digitized by Google

e armati intieramente i nervi di laminetta di piombo, diede segni, ma languidi di elettricità spontanea e solo per pochi minuti.

Tre rane furon gettate nell'acqua di una grande ampolla posta a riscaldare sul fuoco: fino a che fu riscaldata essa acqua in 5 minuti circa da 15 gradi a 35. Verso i 25 gr. si agitarono straordinariamente, a 27 si dibattevano molto, e a 30 colla maggior furia. Prima dei 32 perderono tutte il moto; se non che una anche scuoteva un poco una gamba. A 35 dunque quando parvero tutte compitamente morte, levai dal fuoco l'ampolla. Lasciai però le rane nell'istesso bagno per altri 25 minuti, che impiegò l'acqua a raffreddarsi fino a 30 gradi. Allora tiratele fuori, le trovai tutte e tre rigide, istecchite, colle mani congiunte sul petto, il dorso inarcato, e molto teso, e le gambe posteriori stirate e inflessibili. Ne posi una su di un tavolo e ve la lasciai per ore; un'altra l'involsi in un panno, e la terza mi misi tosto a prepararla.

Osservai dunque in questa, che il cuore non pulsava, nè poteva eccitarsi. I muscoli eran bianchi, e come staccati uno dall'altro, discretamente rigidi, e inflessibili affatto le giunture, fuorchè quelle dei diti.

Preparata al modo solito, e armati compitamente i nervi non diede il minimo segno di elettricità spontanea, e neppure si convelse alcun suo muscolo coll'elet. artif., colla scarica di una boccia mezzana a 30 gr. del Qu. el..

Mostrossi dunque spenta del tutto ogni vitalità.

26 *Aple.*

Posi tre rane nell'acqua, come sopra, che in 6 minuti giunse da 9 a 31.

Si dibatterono furiosamente al solito verso i 27 gradi; e quando fu levata la caraffa dal fuoco a 31 non avevano ancor finito di dibattersi; ma finirono a capo di un minuto, e parvero morte, l'acqua essendo venuta da 31 a 30.

Lasciate così nel bagno 12 minuti, nel qual tempo il calore discese a 29 gr., ne estrassi una, la quale quasi subito si ricuperò.

Un'altra la cavai fuori dopo 14 altri minuti, il calore del bagno essendo venuto 26 ½ gradi: e questa divenuta sommamente floscia e smilza, non ricuperò, nè moto, nè respirazione, nè alcun segno di vita per un'ora; dopo il qual tempo mi misi a tentarla coll'elettricità, e la trovai sensibile a quella di 5 gr. scarsi Qu. El. del semplice conduttore tradotta da un piede all'altro.

Ciò visto passai a prepararla; e trovai, che il cuore pulsava ancora sebben tardamente, e languidamente. Nell'infiggere l'ago nella spinal midolla tutti si convelsero i muscoli delle gambe al solito.

Finita di preparare dava segni dell'elet.ª spontanea tanto vivaci, come se non avesse niente sofferto dal bagno caldo, e fosse stata preparata viva.

L'ultima, ch'era la più grossa delle tre, non la tolsi dal bagno, se non pas-

Digitized by Google

sati altri 18 minuti, il calore essendo venuto a 24 gr. e parve bensì morta mortissima, tanto quanto la seconda, ma meno floscia.

La involsi in panno per 70 minuti, dopo i quali non aveva nulla cambiato. Apertala, il cuore non pulsava, neppur punto con ago. Tentata coll'elettricità artif. dava segni, ma vi voleva la carica della boccetta a 6 gr. del Qu. El. per produrre le più piccole convulsioni: colla carica di gr. 12 eran più forti; ma a produrre de' sbalzi di tutto il tronco pendente, conficcati essendo co' spilloni i due piedi, vi volevano 25 o 30 gradi di carica della stessa boccetta.

Finita di preparare, non si risentì punto al passare l'ago nella spinal midolla: nè diede, tentata in tutti i modi, alcun segno di elettricità spontanea. Era dunque morta in 3° grado: ma risentendosi all'elettricità artif. di una certa forza, non potea ancor dirsi morta in 4° grado, ossia di morte plenaria, che importa un totale disorganizzamento, e a cui succede tantosto la corruzione.

Un'altra rana fu trovata morta nella campana di vetro, due giorni dopo che vi fu messa colle altre: pareva morta di fresco. Aperta però, non pulsava il cuore, nè s'irritava cogli stimoli. Preparata e armata non diede segni di elet. spontanea. All'elett. artif. si risentiva, e vi voleva la boccetta carica 3 gradi circa del Quad. el.

Il punzecchiare e traforare con aghi e grossi spilli, i suoi muscoli, a nulla serviva.

Il giorno appresso, cioè 18 [*ore*] dopo, restando sempre sul patibolo era ancora eccitabile coll'elet. artif. poco forte.

Una rana si preparò verso le 7 della sera per le sper. dell'Elet. spontanea, di cui diede segni assai vivaci per mezz'ora, e avrebbe continuato, ma si abbandonò.

Verso mezza notte, essendo stata tutto quel tempo esposta sul patibolo non ne diede più; ma era sensibile al maggior segno all'elet. artif., e [sì] convellevasi ai minimi gradi di questa, applicando la positiva ai nervi: in senso contrario ci volea alquanto più di forza elettrica: onde sembra che ritenesse ancora qualche cosa di cotal sua elettricità spontanea.

La involsi in panno un poco umido fino al mezzodì dell'indomani, quando la trovai ancora discretamente irritabile per l'elettricità artif., bastando una carica della boccetta 12 [*pollici*] di 5 gradi circa del Qu. El..

Le convulsioni erano insigni, e durevoli, cioè, che non all'atto solamente della scarica convellevansi, ed erigevansi i muscoli delle gambe, e le gambe stesse; ma per alcuni momenti consecutivi vibravano come contorcendosi, e palpitavano i più grossi muscoli delle coscie: ai quali spasmi o convulsioni toniche, e contorsioni, non succedea che grado a grado, e dopo un tempo notabile, un totale rilasciamento.

È cosa molto considerabile che questo divincolarsi e contorcersi consecu-

Digitized by Google

tivo e durevole ha luogo qui per i muscoli già cotanto stanchi, e vizzi, e mezzo appassiti (*b*); e non accade nella stessa rana o intiera, o di recente preparata, e negli stessi membri ancor freschi e succosi, e pieni di vitalità; nel qual caso sono bene più gagliarde le convulsioni, e i sbalzi, il dondolare della gamba pendente ecc. tanto per l'elet. propria spontanea, quanto per l'artif., ma sono momentanee, all'atto cioè della scarica; e il rilasciamento succede tosto alla contrazione.

Queste convulsioni, e contorsioni accadevano nella stessa maniera, e coll'istessa forza elettrica, tanto traducendo la scarica da un piede all'altro, quanto traducendola dai nervi ad un piede: cioè vi volevano anche in questa maniera 5 o 6 gradi Quad. el. di carica. Ma avendo umettato un pochetto i nervi già secchi, bastarono 3 gradi; e umettatili a dovere, anche soli 5 del Micr. el. applicando la positiva ai nervi: in senso contrario ve ne vollero più del doppio.

Tornai ad involgerla nel pannolino un poco più bagnato. Cavatala verso le 4 pomer. provai a pungere i muscoli delle coscie e a conficcar profondamente degli aghi; e invero si manifestava anche per questo mezzo l'irritabilità ancora superstite, e, quello ch'è mirabile, meglio che in una rana preparata solo due ore prima.

Alle prove dell'elet. artif. era sensibile come sopra, cioè agli stessi gradi; ma, o fosse per le lacerazioni sofferte per molte punture, o per altro, non erano più le convulsioni continuate, e seguite da contorsioni.

Rimessa nel pannolino un poco bagnato, ne fu cavata verso mezza notte. Non era ancora spenta l'irritabilità eccitabile dall'elett.ª artif., anzi bastava a far nascere delle convulsioni parziali la carica della boccetta di 12 poll. a 4 o 5 gradi del Qu. el. [1].

La rana tirata fuori la prima dall'acqua calda 31 gradi; e che ricuperò presto moto, e vita, fu tenuta per tre giorni chiusa, non però a tenuta d'aria in una bussola di legno. Per un giorno intiero parve vivacissima; il secondo giorno cominciò a languire, e progredendo in tal languore era quasi morta verso le 10 del terzo 29 Ap.le; e finalmente a 1 ora dopo mezzodì la trovai morta.

Sottoposta alle prove dell'elet. artif. si convelleva come se fosse stata viva, o trucidata di fresco.

Rimessa nella bussola, ne la ritirai 8 ore dopo. Era smilza smilza, notabilmente appassita, e poco flessibile. Pur si risentiva all'elettricità; in guisa però che vi voleva una carica di circa 4 gradi Quad. El. della boccetta.

(*b*) Accadeva lo stesso in un'altra rana dopo 12 o 14 ore ch'era stata preparata; indi avvolta nello stesso pannolino umido; se non che era meno marcato e men durevole il divincolamento posteriore.

[1] *Dal Mns.* J 4 *si continua a questo punto col Mns.* J 2. [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

Fu involta in pannolino un pochetto bagnato: d'onde la ritirai alle 9 della mattina seguente: era similmente rigida, ma non molto; e messa alle prove non si risentiva neppure per una carica della boccetta 12 [*pollici*] di 30 gradi del Qu. el.

Dubitando che ciò provenisse da che sembrava troppo appassita, la posi nell'acqua di un'ampolla. Ma trattane fuori alle 3 ½ pom. non si risentì neppure alla scarica della boccetta di 30 gradi Qu. el.: onde era morta in quarto grado: infatti sventrata cominciava quasi a putire (il calore era di 19 gr., ed era stato poco meno anche il giorno innanzi, e la notte); nè valse a nulla il prepararla, ed armare i nervi nè per aver segni di elet. spont., nè per convellerla con 30 gradi Qu. el. di carica della boccetta.

29 *Aple.*

Decapitata alle 11 della mattina una picciola rana (di quelle, che già da tre giorni stavano nell'alta campana di vetro aperta in cima, senza cibo di sorta, eccetto un poco d'erba, che vi si buttò dentro il secondo giorno, di cui non pare che mangiassero), e traforata con grosso spillo tutt'al lungo la midolla, la qual ultima ferita, assai più che la prima le fu al solito fatale, mentre cadde in violente convulsioni, stirò le gambe, e in pochi secondi perdè ogni moto; laddove mozzata soltanto la testa han moto e vita, e saltano le rane per più d'un giorno.

Sottoposta poco dopo alle prove dell'elet. artif. si convellevano le sue gambe e il suo tronco, come se fosse stata intiera, e viva, cioè per la carica della boccetta di 2 gradi scarsi del Micr. el. si osservavano piccioli moti nelle dita, e in uno od altro muscolo: con 4, 5, 6 gradi si scuoteva tutta ecc., con 8 o 10 facea sbalzi, s'inarcava ecc..

Fu involta in pannolino, che appena poteva dirsi un poco umido, fino alle 9 della sera: quando parendo troppo asciutto si umettò alquanto.

Alle 9 della seguente mattina (in tutto il qual tempo non avea mai ricuperato nè moto, nè alcun altro segno di vita) tentata di nuovo coll'elet. artif. diede gl'istessi segni, cioè si eccitavano le solite deboli convulsioni nelle gambe e piedi traducendo dall'uno all'altro la picciolissima scarica della boccetta 12 [*pollici*] qual'è quella di 1 grado o poco più del Micr. el..

Di lì a poco restando la rana sul patibolo vi voleva una forza elettrica tre o quattro volte maggiore.

Preparata per l'elett. spont. e armati a dovere i nervi, non diede alcun segno. Allora si punzecchiò e traforò con spilli arroventati ecc. senza ottener nulla.

Conficcato uno spillo nell'armatura; e un altro in una gamba, e traducendo così la scarica della boccetta dai nervi alla gamba, non si scuoteva, che a 3

Digitized by Google

gradi circa del Qu. el.. Verosimilmente perchè i nervi appassiti non conducevan bene. All'incontro facendola passare da una gamba all'altra bastava assai meno. Umettata per mezz'ora nel pannolino, bastarono 2 a 3 gr. del micr. el.; alle 3 ½ pom. essendo stata sempre involta nel pannolino umido, si tentò di nuovo coll'el. art. e quantunque così mal concia da cento punture ecc. pur si risentì ad una carica della boccetta di 30 gr. del Micr. El. [1].

30 *Aple. Temp.* 17 *gr. nella camera.*

Una lucerta con mezza coda, presa il giorno avanti in una camera, epperò patita, e più per essere stata 24 ore chiusa in una bussola di legno.

Conficcata sul patibolo con uno spillone in mezzo alla testa, e un altro ad una gamba posteriore, si convelleva alcun poco colla scarica della boccetta 12 [*pollici*] di 2 gradi scarsi del Micr. el. e con la carica di 10 gr. sbalzava. Lo stesso fu traducendo la scarica da una gamba anteriore ad una posteriore.

Tagliata la testa ritenne per alcuni minuti qualche moto nelle gambe, che si risvegliavano massime pungendole, e pungendo la coda tutto il corpo si divincolava: così pure, ma non tanto, pungendo la schiena.

Conficcando allora un ago tutt'al lungo della spinal midolla, diede nelle estreme convulsioni, non però così forti, come quelle che con simil trattamento accadono nelle rane, e apparve morta fino alle gambe posteriori, e alla coda, le quali sole si commovevano ancora alcun poco stuzzicandole con punture d'ago.

Dopo qualche minuto, che ciò durava, infissi un altro ago lungo e sottile su pel tronco di coda fino a mezza vita, e allora tutto fu finito, e ogni membro mostrossi affatto morto. Messa alla prova dell'elet. bastò ancora a convellerla alcun poco la carica di 2 gr. Micr. el. della boccetta.

Allora involsi la lucertola nel pannolino un pochetto umido, essendo quasi 5 ore pomer. Verso mezza notte, messa alla prova tanto intiera, che preparata, non si convelse neppure all'elet. artif. e alla scarica della boccetta di 20 gr. Quad. El..

1 *Maggio.*

Una rana languente, che però si risentiva con picciole convulsioni colla boccetta carica ½ gr. del Micr. el. *C* (cioè 2 di quello a paglie sottilissime), dopo averla tormentata per qualche tempo così, fu posta verso le 2 pomer.

[1] *A questo punto il Giornale prosegue nel Mns.* J 4. [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

in una bussola di legno. Alle 12 circa la trovai morta istecchita colla schiena incurvata a sella; e posta sul patibolo vi vollero da 16 gradi di carica della stessa boccetta dello stesso Micr. el. *C* per convellerla un poco.

Preparata non diede segni di elet. spont., e all'elet. artif. non si risentì che a 20 gr. circa dell'istesso Micr. el. a paglie grosse.

Punzecchiati e traforati i muscoli con aghi anche roventi, non dava segno di alcuna irritabilità.

— N. B. Il calore del dopo pranzo fu da 18 in 19 gradi. Onde vedesi, che a tal temperatura passan presto questi animali fino alla morte plenaria, ossia di quarto grado. —

Infatti anche una rana preparata, che dava segni vivacissimi di elet. spont. alle ore 3 pomer. posta in una caraffa umida fino alle 12 trovai, che aveva persa non che ogni avanzo di vitalità attiva, ma in gran parte anche la passiva, convellendosi appena per una scarica della boccetta di 20 gr. del Quad. El..

Così un'altra rana decapitata, verso mezza notte dei 2 Maggio, e finita di trucidare con infiggere un ago per tutta la lunghezza della spinal midolla, indi chiusa in una scattola di legno, la mattina seguente verso le 9, non diede più segni d'irritabilità in alcun modo, nè d'elettricità spontanea, e difficilmente ancora si risentiva dell'artif., convellendosi appena per 20 gr. Quad. El. della boccetta di 12 poll. [1].

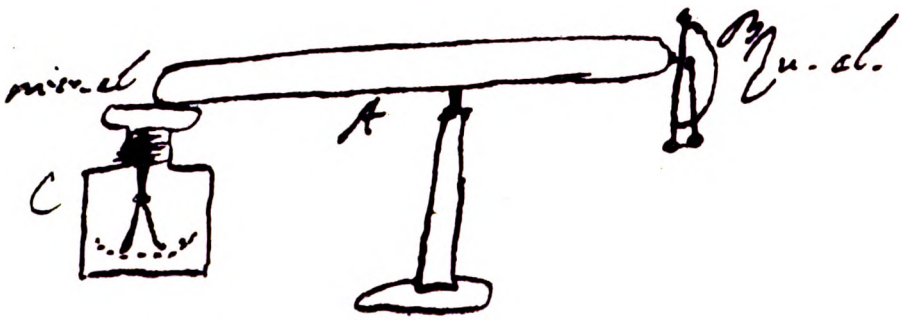


Fig. 1.

Il Conduttore cilindrico grosso un poll. è lungo circa 2 piedi ed ha capacità presso a poco eguale a quella di uno scudo d'elettroforo del diametro di 8 poll. Il Micr. El. *C* qui adoperato, che ha paglie grosse e corte marca 4 gradi per ciascuno del Quad. el. *B* (mentre i micr. El. a paglie lunghe e sottili sono 4 volte più sensibili di quello); onde danno da 16 gr. per 1 del Quad. El.

Adunque un'elet.ª del Conduttore, che fa andare a 2 ½ gradi circa della sua scala il Qu. el. (che colla correzione son 4 veri gradi), e a 15 o 16 il Micr.

[1] *Si torna a questo punto al Mns.* J 2. [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

El. *C* basta ad eccitare qualche picciola convulsione nella rana appesa al patibolo con una gamba di qua l'altra di là: e 20 gr. di questo Micr. El. la scuotono considerabilmente.

Facendo passare l'elet. dalla testa alle gambe, o vice versa, ci vogliono da 6 in 7 gr. del Quad. El., cioè da 25 o 26 del Micr. El. *C;* e con 20 solamente del Qu. El. son tali le convulsioni, che sbalza una gamba pendente.

Adoperando la boccetta di Leyden 12 [*pollici*] sbalza la gamba, colla carica di 1 gr. del Micr. El. (4 di quello a pagliette sottili) e con ½ gr. (2 del più sensibile) non lascia di convellersi sensibilmente.

Perchè tal Conduttore dia col contatto di un metallo la minima scintilluzza appena visibile al buio debbe avere almeno un'elett.ª di 5 in 6 gradi del micr. el. *C*, cioè da 20 in 24 gr. di quello a paglie sottilissime; e ancora tal minutissima scintilla non si vede sempre.

3 *Maggio.*

Preparata una rana, e sospesa per l'ago infisso nella spinal midolla, da una parte, e per una gamba dall'altra, sbatteva l'altra gamba pendente, facendo passare la debolissima elet. del semplice Conduttore di 3 soli gr. del Micr. el. a paglie sottilissime dai nervi ai muscoli: con [1] gr. inversamente..... [2].

5 *Maggio. Temper.* 11. *Tempo piovoso.*

Tre rane furono messe nell'acqua di un'ampolla sopra un fornello. Il calore essendo arrivato in 3 minuti o 4 a 25 gr. si levò l'ampolla dal fuoco. Le rane mostravano di soffrire ma non molto. Dopo un quarto d'ora circa, essendosi raffreddata l'acqua di 2 gradi, si ripose a riscaldare lentamente fino ai 27 gradi, e di nuovo si levò dal fuoco. Le rane s' agitavano ma senza furia. Dopo alcuni minuti si fece ancora scaldare fino a 29 gradi. Le rane mostravano di patir molto, ma continuavano a vivere. Finalmente si fece per l'ultima volta arrivare il calore a 31 gradi: allora caddero le rane in agonia, e poco dopo levata l'ampolla dal fuoco, spirarono prima due picciole, indi la 3ª assai più grossa e forte. Il tempo tutt'insieme di riscaldare a riprese durò da 35 minuti.

---

[1] *Il numero è illeggibile.* [*Nota della Comm.*].

[2] *La continuazione riprende a questo punto nel Mns.* J 4. [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

7 in 8 minuti dopo la morte, cavai fuori una delle rane picciole, per vedere se si ricuperasse; ma non diede alcun segno per tre quarti d'ora circa.

La sottoposi allora alle prove dell'elet. artif. per vedere a qual grado si risentisse, e se mai con elettrizzarla prima blandamente poi con un po' più di forza gradatamente, ritornasse in vita. Ma nulla: non si risentì neppure alle scariche discretamente forti della boccetta di Leyden, nè intiera, nè preparata; e molto meno diede segni dell'elettricità spontanea; così non fu punto convulsa al ficcar dentro l'ago nella spinal midolla, nè i muscoli dieder segno d'irritabilità pungendoli, e traforandoli: insomma si mostrò morta in 4° grado.

Levai fuori un'ora dopo le altre due rane dall'acqua che era ancor tepida. Eran queste non tanto floscie, come la prima, ma un poco rigide nelle giunture delle gambe di dietro stirate.

Messane una alle prove, la trovai anch'essa morta completamente in 4° grado, come la precedente.

L'altra la lasciai intera, e l'avvolsi in un pannolino, ove stette per circa otto ore. Messa a tutte le prove fu lo stesso, che delle altre due, cioè insensibilità e immobilità perfetta, e morte $\begin{matrix}\text{completa}\\ \text{plenaria.}\end{matrix}$

Messe tre rane in una caraffa di larga bocca, vi abbruciai dentro un mazzetto di solfanelli, appesi ad un turacciolo di sughero, che chiudeva ma non molto esattamente. Si dibatterono lunga pezza, e morirono una dopo l'altra a capo di qualche minuto.

Tratta fuori quasi morta la prima, cioè quando movea ancora un poco le gambe, perdè in pochi istanti anche questo picciol moto, e sottoposta alle prove si risentiva così intiera alla debole elet. artif. Preparata indi sollecitamente, diede segni di elettricità spontanea, ma deboli, e poco durevoli. Le carni andavan visibilmente divenendo rigide e crespe; e in termine di pochi minuti, e quasi appena finito di dar segni dell'elettr. spontanea, non fu più sensibile neppure all'elett. artif., neppure alla scarica della boccetta di circa 20 gradi Quad. El.

Lasciai le altre rane nella moffetta del solfo per alcuni minuti, e trovai morte anche queste. Ne sottoposi una alle stesse sperienze della prima, e fu l'istesso l'evento tanto riguardo all'elett. spont. che all'elet. artif. e al celerissimo appassimento delle carni: le quali fiutate davano un certo odore che non era tutt'affatto sulfureo.

N. B. Nel preparare queste rane, troncando la spina dorsale, e più infiggendo l'ago nella midolla, si convellevano le gambe al solito; segno di superstite irritabilità; ma pur punzecchiando e forando con grossi aghi i muscoli, niuna contrazione, niun palpito vi si osservava.

Digitized by Google

Finalmente la terza rana tentata circa 3 ore dopo non si risentì ad alcuna prova e mostrossi morta completamente.

N. B. Da tutto questo è visibile, che il vapor del solfo, l'acido sulfureo volatile penetra nelle carni, e continua la sua mortifera azione sui nervi e sui muscoli anche dopo levata la rana dalla moffetta.

Digitized by Google

Digitized by Google

VI.

PREPARAZIONE DELLA RANA

PER LE SPERIENZE

DELL'ELETTRICITÀ ANIMALE

OSSIA SPONTANEA.

UNIV. OF CALIFORNIA

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
	Cart. Volt.: **J 5; K 20 α.**

OSSERVAZIONI.

TITOLO: del V.

DATA:

J 5, K 20 α hanno l'introduzione quasi eguale; in J 5 trovasi la descrizione di dieci sperienze varie, in K 20 α il Mns. si arresta avanti la descrizione delle sperienze e presenta una digressione in forma di nota.

Digitized by Google

UNIV. OF
CALIFORNIA

Digitized by Google

PREPARAZIONE DELLA RANA

PER LE SPERIENZE

DELL'ELETTRICITÀ ANIMALE

OSSIA SPONTANEA.

Cominciasi dallo scorticare la rana dal mezzo in giù (*a*). Ciò fatto le si apra il ventre, e cavati gl'intestini, compariranno i due nervi crurali coricati sull'osso sacro. Staccati dunque questi diligentemente si tagli detto osso al confine delle coscie, e vicino alle ultime vertebre della spina dorsale, in maniera che restino le coscie unite al tronco, per questi soli due nervi spogliati al più presto, e alla meglio di ogni fibra carnea, od altra membrana, ed asciugati come si può. Sarà bene anche detergere il sangue, nettare ed asciugare tutto il resto.

Una tal preparazione basterà già per molte sperienze (fig. 1ª) [1]. Per molte altre converrà dippiù aprire, e portar via parte del cranio, e mettere a nudo o tutto o porzione del cervello.

Ma il meglio è, reciso il busto, lasciar attaccata ai nervi crurali soltanto parte della spina dorsale, cioè 5, 6 o 7 vertebre, troncatene ancor le coste, e spogliata la spina medesima per quanto si può della carne aderente (fig. 2ª).

Per altre sperienze si taglia via eziandio tutta la spina, e si lasciano avanzar fuori dalle coscie i soli nervi crurali (fig. 3ª).

Attenendoci comunemente all'anzidetta preparazione, cioè di lasciar attaccata buona parte della spina dorsale ai nervi crurali denudati (fig. 2ª),

---

(*a*) Giova mettere così a nudo i muscoli delle coscie, e delle gambe per poter meglio osservare le palpitazioni e subsulti di ciascuno di essi e quasi d'ogni fibra che accaderanno nelle prove da farsi. Del resto può lasciarsi la pelle, e vedrannosi allora le grandi contrazioni, se non delle fibre particolari, dei muscoli intieri, e i moti di tutto l'arto.

[1] *Delle figure citate in questo numero una sola si trova nel Mns.* K 20, *così mal abbozzata che non sarebbe stato utile riprodurla.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

siccome la più acconcia nonchè ad un maggior numero di sperienze facili, ma a sperienze ancora più sicure, e meno equivoche, giova non poco infiggere uno spillo, od altro sottil filo d'argento o qualunque metallico nella midolla spinale, traforando da banda a banda la spina medesima, o meglio facendo passare l'ago tutt'al lungo del canale osseo, e ripiegar quindi tal filo metallico a forma d'uncino (fig. 3ª).

Questo filo metallico, che passa per la midolla spinale contribuisce di molto a rendere più forti le contrazioni e moti dei muscoli, che si eccitano nelle sperienze, e a far che ne sia più facile e sicura la riuscita; ma però non è assolutamente necessario, e possiam molto bene farne senza ne' primi momenti, finchè sussiste cioè nella rana preparata grande vitalità ed irritabilità, ed anche dopo quando già trovasi illanguidita, ricorrendo allora ad altri artifizj, e compensi, come vedremo, e massime a quello di volgere attorno alla spina dorsale una foglietta metallica (fig. 4ª).

IDEA GENERALE DELLE SPERIENZE E DE' STUPENDI EFFETTI CHE SE NE OTTENGONO [1].

Preparata al solito la rana, vivace e vigorosa, o con infisso l'ago od uncino nella spinal midolla, oppur senza:

1. Si collochi distesa sopra una focaccia di solfo o di resina ben asciutta, e osserveransi se l'ambiente è tepido, o se non basta esponendola al sole, dei piccoli tremori e palpitazioni qua e là in tutti i muscoli delle coscie e delle gambe; e questo per un certo tempo non lungo, cioè tanto solo quanto dura la massima vitalità in tal rana troncata, e la somma irritabilità di essi muscoli.

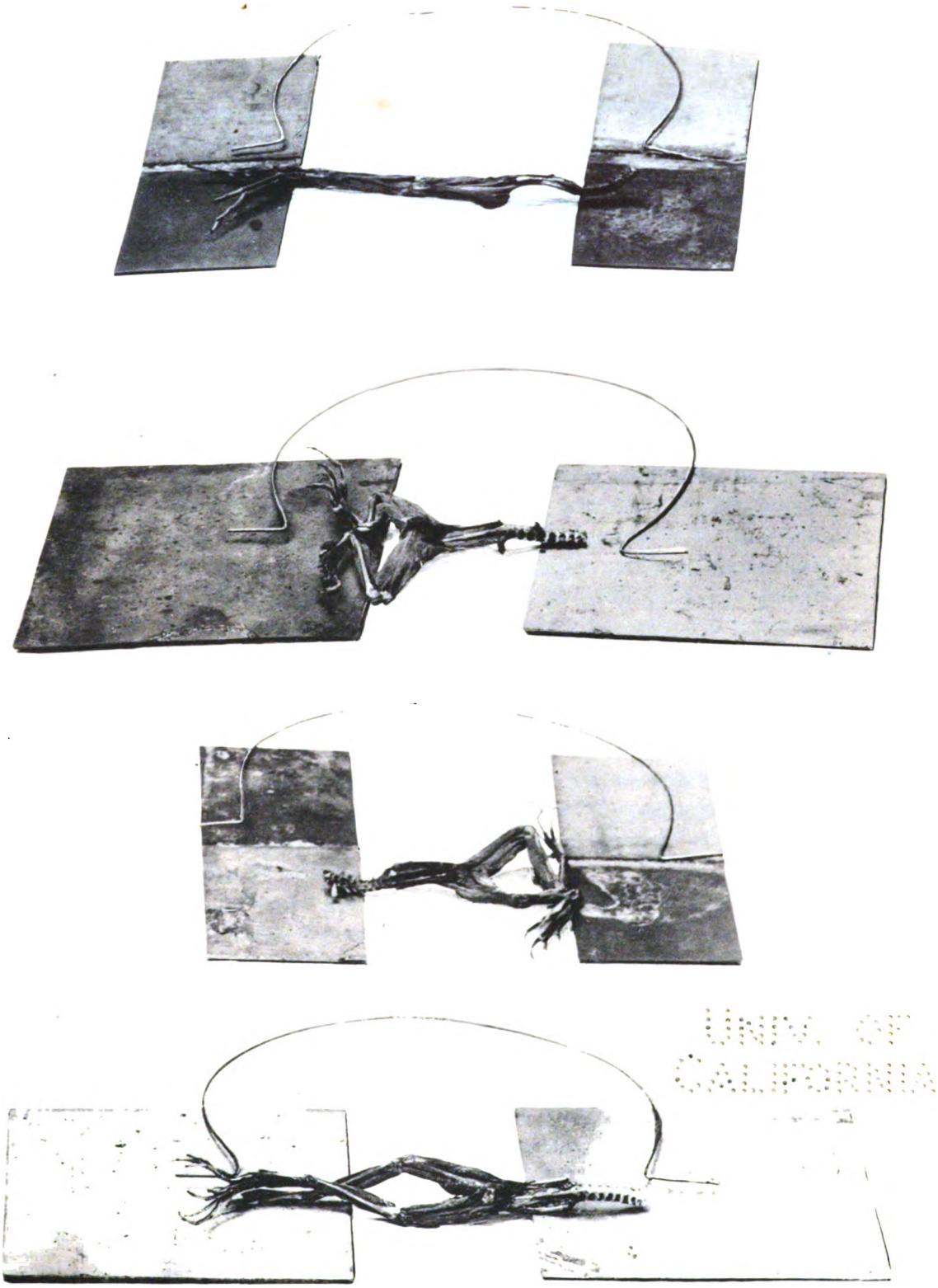
2. Mentre durano questi tremori, e moti parziali di alcune fibre, oppur anche cessati, si avvicini dolcemente un dito fino a toccare qualsivoglia muscolo delle gambe; e tosto entrerà tutto il muscolo in contrazione, e gli altri ancora non toccati si tenderanno, si scuoterà e balzerà quella gamba od ambedue.

3. Lo stesso convellersi de' muscoli intieri, invece delle picciole e parziali palpitazioni già cessate o vicine a cessare, e lo stesso tendersi e balzare delle gambe avrà luogo venendo a toccare col dito invece di questo o quel muscolo, o meglio uncino impiantato nella spinal midolla, o l'uno de' due nervi crurali, od anche la cassa ossea che rinchiude tal midolla, cioè le vertebre di essa spina: anzi le dette contrazioni e moti saranno più forti.

---

[1] *In* J 5 *ad analogo titolo segue l'enumerazione e la descrizione di esperienze che qui riportiamo e che in* K 20 *mancano.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google



LAMINE SIMILI E DISSIMILI, COPPIE DI LAMINE SIMILI E DISSIMILI E RANE PREPARATE PER LE ESPERIENZE. (*dai Cimeli scientifici di A. Volta, già posseduti dal R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere in Milano*).

UNIV. OF CALIFORNIA

Digitized by Google

Digitized by Google

4. Più forti ancora di molto riusciranno toccando a un tempo con un dito i muscoli, e con un altro i nervi o la spina.

5. Gioverà non poco ad avere più grande effetto in ciascuna delle tre sper. precedenti, se invece di toccare con un dito sia i muscoli (sper. 2ª), sia la spina (3ª), sia tutt'e due (4ª), si farà ciò con una verga metallica, o con due, una per mano.

6. Ma oltremodo fortissime nasceranno le convulsioni, i stiramenti, e inarcature, lo sbattere delle gambe e coscie, e il calcitrare, se i due toccamenti facciansi coi due capi d'un arco metallico, massime tenuto per un manico isolante.

7. Quest'ultimo modo essendo l'ottimo di concitare i descritti grandi e violenti moti musculari, non solamente prevale di gran lunga a tutti gli altri, ma dura per un discreto tempo cioè di alcuni minuti ad essere efficace, anche dopo che quelli han cessato di esserlo, il che fanno un dopo l'altro ben presto, laddove gli altri cessano assai più presto, e sì nell'ordine appunto con cui stanno già sopra registrati, cioè a dire che quando non si fa più niente sperimentando come ne' § 2 e 3 si ottien qualche cosa ricorrendo al modo del § 4, e quando neppur questo più vale, vale il 5° poi il 6° e il settimo finalmente li lascia addietro tutti di un pezzo.

8. Egli è quasi l'istesso, se l'arco conduttore metallico che si adopera sia di un pezzo o di due, e se o prima si congiungano, oppur toccando prima con ciascuno de' loro capi qui un muscolo delle gambe, là l'uncino che trapassa la spinal midolla, o la spina medesima, vengano poi essi medesimi a toccarsi, e a far di due un sol conduttore: egli è nel momento di tal congiungimento, che si eccitano le solite contrazioni e scosse dei muscoli; e si ripetono ad ogni volta, che distaccati tornano ad unirsi.

9. Ma se l'indicato modo dell'arco conduttore metallico d'uno o di due pezzi (7, 8) è l'ottimo, come si è detto (7), per concitare a nostra posta le convulsioni nelle gambe e coscie della rana, non è già la miglior disposizione quella della rana preparata così semplicemente, e collocata nuda sulla nuda focaccia di solfo, o di resina; e tosto o tardi viene il tempo, che più non compajono le convulsioni, o rade volte toccando muscoli e spina insieme coi due capi dell'arco. Allora a far che il giuoco riesca di bel nuovo, basta sottoporre a detta spina un piattello metallico, e un altro alle gambe della rana, in guisa che tai piattelli non si tocchino. E perchè non comunichino tra loro per mezzo d'altro conduttore di elettricità si lascino pure sull'istessa focaccia di solfo, o si collochino sopra altri piedi isolanti, e. g. sopra due bicchieri di vetro asciutti. Non sarebbe gran male se posassero anche sopra qualsivoglia piano che fosse conduttore, ma imperfetto conduttore, come un tavolo di marmo, o di legno; ma è meglio sempre che stiano isolati.

Or dunque adagiate le gambe e coscie della rana sopra uno di tai piattelli,

Digitized by Google

e la spina sull'altro, ogni volta che un capo dell'arco metallico anch'esso appoggiando isolato (il che non è necessario, ma giova) sopra di un piattello, si arriverà coll'altro capo a toccare l'altro piattello, si ecciteranno il solito spasmo, le solite convulsioni e moti. E lo stesso se l'arco conduttore sia di due pezzi, appoggiandone uno sopra ciascun piattello, ed inchinandoli tanto che vengano a toccarsi (8).

10. Più bene di un piattello metallico duro e sodo fa una foglietta sottile e pieghevole di stagno, o d'argento sottoposta massimamente alla spina dorsale, perciò che vi si adatta meglio, e la tocca in più punti; e assai meglio ancora se le si avvolga intorno e la fasci tutta, o quasi tutta, e tocchi anche il principio de' nervi crurali. Allora se un capo dell'arco conduttore tenendolo appoggiato sul piattello delle gambe, si porta l'altro capo a toccare leggerissimamente la fascia, ossia armatura metallica della spina, nascono le convulsioni e i moti più che mai violenti in tutti i muscoli.

E lo stesso se si faccia inversamente l'esperienza, cioè [1]...

11. Non è a dire quanto una tal armatura di sottil foglia metallica ben applicata alla spina [2]...

Giova pure una simile armatura a qualcuno dei muscoli, ma non di gran lunga tanto [3].

Consistono questi effetti nel venir eccitati grandi e $\begin{matrix}\text{veementi}\\\text{violente}\end{matrix}$ contrazioni ne' muscoli, e moti di tutto l'arto (cioè delle coscie e gambe della rana), nelle sperienze che descriveremo, con divincolamenti, urti, e sbalzi mirabili. Le quali convulsioni toniche e spasmi, che presentano sovente un vero tetano, e i quali moti e spostamenti a scosse degli arti, come si eccitano dall'elettricità artificiale delle nostre macchine, allorchè si colpisce colla scintilla sia il nervo crurale, sia uno de' muscoli della gamba nell'animale così preparato (*b*) ed anche senza ferirli immediatamente colla scintilla, mercè di di-

---

[1] *Interrotto il manoscritto.* [*Nota della Comm.*].

[2] *Idem.* [*Nota della Comm.*].

[3] *Idem.* — *Si riprende ora col Mns.* K 20, *immediatamente dopo il titolo addietro riportato.* [*Nota della Comm.*].

(*b*) Simili contrazioni e convulsioni, si eccitano anche senza l'indicata preparazione, cioè senza metter a nudo i nervi, in qualsisia muscolo di qualunque animale, che si colpisca colla scintilla elettrica, tanto se rimanga il muscolo unito all'animal vivo e intiero e a suo luogo, quanto se venga staccato e reciso solo o con tutto il membro, tanto coperto ancora da' suoi integumenti, quanto spogliatone.

Spesso non si convelle che il muscolo immediatamente colpito, e talvolta anche degli altri più o men vicini, e comunicanti: ed ha tale potenza la scintilla elettrica, anche non molto forte, di irritare il muscolo, che quando questo non si risente più ad alcun altro stimolo mec-

Digitized by Google

sporre le cose in guisa, che una corrente di fluido elettrico neppur molto grande ma però repentina sia portata a scorrere dai muscoli ai nervi, o da questi a quelli, e a trapassarli; per eguale maniera si suscitano da sè, e na-

---

canico o chimico, è quella la sola valevole a ravvivarlo in certo modo, e metterlo in contrazione, come si sa già da un pezzo. Quello, che non si sapeva, o a cui almeno non si era fatta attenzione, è che anche senza ferire immediatamente nè muscoli nè nervi colla scintilla, se trovisi collocato un picciolo animale, di quelli che sono più irritabili, e posseggono maggiore vitalità, come le rane, nella serie dei conduttori, per cui abbia a trascorrere anche picciola dose di fluido elettrico provocato da una scarica comunque lontana, si scuota esso animale, e si convella in tutti i membri per cui tal picciola corrente di fluido elettrico tragitta. Dico picciola corrente. Così se scoppi scintilla tra il primo Conduttore di un Macchina, p. e., e un'altra asta metallica che non è isolata, ma mette capo a una lunga catena o filo metallico giacente o sul tavolo, o sul suolo, all'estremità della quale catena o filo tocca, o è prossima a toccare colla testa o col collo ecc. una rana, posata essa pure sul tavolo, mentre colla pancia, o con una delle gambe posteriori tocca ad un altro lungo conduttore metallico, a tale scarica di elettricità, si scuoterà la rana e sarà convulsa non ostante che avvenga tanto lontano da lei lo scoppio della scintilla. E fin qui per altro non c'è molto da stupirsi, mentre anche un Uomo, collocato al luogo della rana, sicchè con un dito della man destra tocchi la catena, e con uno della sinistra, l'altro lungo conduttore, che giacciono disgiunti sul tavolo, sentirà una scosserella alle due mani, se la scarica elettrica è discretamente forte, o almeno ai due diti che toccano, se sia anche debole. Quel solo, che può far maraviglia, si è la grande sensibilità ed irritabilità della rana, che per sì poco si convelle tutta.

Neppure è da maravigliare, che senza alcuna partecipazione e pass. [*passaggio*] del fluido elettrico accumulato nel primo conduttore *A* (fig. 2) sia quando vi si va col giuoco ordinario della Macchina accumulando, sia quando lo si estrae provocandone repentinamente la scarica coll'accostarvi la nocca del dito, o un altro conduttore non acuminato *B*, onde scoppia vigorosa scintilla, senza, dico, che partecipino punto di tal fluido ridondante nel primo Conduttore *A*, i conduttori *b c d* disposti in serie sul tavolo, quindi neppure la rana *c* che forma in tal catena l'anello di mezzo, questa si commova e vibri convulsa le sue membra all'atto di scaricarsi tal scintilla. No, non è da farsene maraviglia; perocchè se niente del fluido elettrico accumulato nel sovrastante primo conduttore *A* passa per la troppa distanza in detti conduttori *b* e *d*; viene però smosso il fluido proprio dei medesimi per l'azione dell'atmosfera elettrica, e sì cacciato da *b* in *c* e da *c* in *d*, indi nel suolo. Tale è la condizione de'corpi immersi nella sfera di attività elettrica; se questa elettricità è positiva ossia di eccesso, accresce la tensione del fluido elettrico in essi corpi, e più a misura che sono più addentro immersi in tale atmosfera in proporzione di questa accresciuta tensione una corrispondente quantità del fluido elettrico proprio del conduttore viene spinta dalla parte anteriore di lui cioè più avanzata entro all'atmosfera e cacciata indietro nella parte posteriore, ossia più rimota dello stesso conduttore, e in altri per lunga serie viene seguendo la via della minor resistenza, cioè i corpi più al fluido permeabili, i metalli di preferenza, poi l'acqua, i corpi viventi ecc.. Se all'incontro l'elettricità è negativa cioè per difetto, indebolisce (rilascia) la tensione del fluido elettrico ne' corpi immersi nella sfera di sua attività, e sempre più in ragione che vi sono più immersi; quindi ne accorre di questo fluido sommamente elastico dalle parti rimote, e se ne condensa a proporzione nella parte più avanzata in detta atmosfera. Così dunque presentato al primo Conduttore *A* (fig. .....) elettrico in più un altro Conduttore *B*, ad una distanza anche assai maggiore di quella che può provocare la scintilla e la trasfusione dell'elettricità, si ritira il fluido elettrico proprio di quest'ultimo dalla palla e da una parte più o

Digitized by Google

scono spontaneamente, non men forti, anzi sovente più forti, tali moti e convulsioni, senza provocarli con alcuna elettricità artificiale, mercè il solo disporre uno o più corpi deferenti della miglior qualità e massimamente me-

---

men grande del cilindro fino a *c* lasciando tutta questa vieppiù scarseggiante secondo che trovasi più immersa nell'atmosfera di *A*, e si condensa a proporzione nell'altra parte *c D*. Intanto la reazione del fluido condensato nella parte *c D* fa che non solo di qui ma da qualunque punto ancora della parte *c B* faccia forza esso fluido di uscirne onde alleggerirsi della soverchia tensione, in cui è entrato, che se cotesto Conduttore *B D* non è isolato ma comunica con altri conduttori, fa parte ad essi corrispondentemente alla lor capacità di quel fluido, che l'azione dell'atmosfera ha in lui spostato mercè d'accrescersi la tensione, e si sgrava così per quanto può di tal soverchia tensione, tal che se per lunga catena di conduttori anche non tutti buonissimi, comunichi col suolo, si libera e si sgrava intieramente. La stessa cosa, ma in senso contrario, succede se il Conduttore *A* sia elettrico negativamente ossia in meno: cioè presentandoglisi il Conduttore *B D* quella dose di fluido elettrico proprio di questo che è nella parte più rimota *c D* e nello stato di tensione naturale, o quasi perchè fuori del tutto, o quasi della sfera d'attività di *B*, prevale contro quell'altra dose che è nella parte anteriore *B*, e la cui tensione viene rilasciata in ragione che più s'avanza entro l'atmosfera di elettricità negativa tal parte; quindi si affolla e condensa il fluido elettrico in cotesta parte rarefacendosi nell'altra *c D*; ed ambidue aspirano a trarre da dove possono e come possono nuovo fluido per rifarsi di tal scemata tensione, e lo traggono infatti da altri conduttori con cui vengano a comunicare, e fin dal suolo.

È facile ora comprendere, che mentre dura un tale spostamento del fluido elettrico proprio di uno o più Conduttori dominati da un'atmosfera elettrica, se rinnovasi o si distrugga tal atmosfera, togliendo via il corpo elettrico, o scaricandolo della sua elettricità, quel fluido già spostato in detti conduttori sottoposti alla di lui azione, ritornerà a suo luogo: e ciò a poco a poco, se poco a poco si allontana o si distrugge l'elettricità del corpo, o tutto ad un tratto, se ad un tratto levisi questo via o si scarichi in un colpo. Nel qual caso se sia anche tal conduttore grande e capace anzichè no, ed elettrizzato con discreta forza, e si provochi alla scarica in modo, che dia una buona scintilla alquanto scuotente, il ritorno del fluido elettrico fino dal suolo al conduttore immerso, più avanti nell'atmosfera, o da questo al suolo, secondo che l'elettrica atmosfera era positiva o negativa, si farà decisamente per la via de' migliori conduttori, cioè metalli, acqua, animali ecc., schivati i corpi meno deferenti, come pietre, legni, panni, cuoi ecc. In prova di che, se giacciano parte su di un tavolo, parte sul pavimento della stanza varj conduttori metallici contigui tutti, l'uno all'altro, eccetto qualche picciolissimo intervallo in uno o due luoghi, ecco che queste, allo scaricarsi la grossa scintilla dal Conduttore soprastante al tavolo in distanza anche di più piedi, tanto cioè che niuna elettricità può trasmettere fin giù a questo tavolo e ai corpi che vi son sopra, ma neppur tanto lungi, che la sfera di sua attività non giunga ad alcuno di questi, ecco che al momento di tale scarica, comparirà una scintilletta nelle anzidette interruzioni metalliche, comunque sottoposto vi sia o legno o carta, o checchè altro che è pure deferente, ma molto men buono del metallo. Quest'è il caso di qualunque corrente un po' grossa e rapida di fluido elettrico; di schivare cioè i conduttori imperfetti, o almen gettarsi di preferenza sopra i perfetti, saltando via quelli: il che accadendo nella sperienza di cui ora parliamo, è manifesto che nelle circostanze descritte di un conduttore cioè piuttosto grande, elettrizzato con qualche forza, e che si scarica ad un tratto, il riflusso del fluido elettrico, ossia ritorno a suo luogo in una lunga serie di conduttori sottoposti in parte all'azione dell'atmosfera di quello, è formato da una corrente abbastanza rapida e copiosa. Che se manchi di comparir visibile la scintilla nelle anzidette picciole interruzioni metalliche o perchè abbastanza grande il Con-

Digitized by Google

tallici in modo, che formando una specie *d'arco conduttore* non interrotto, stabiliscano una perfetta comunicazione tra quei nervi crurali denudati o la midolla spinale, e i muscoli delle gambe.

Ma se niuna elettricità se il solo apporre l'arco conduttore non può indurre elettricità, sbilancio di fluido elettrico...

---

duttore isolato, o perchè troppo debolmente elettrizzato, o perchè non si scarichi in un colpo con piena scintilla, ma lentamente, o perchè troppo lontano sia dai conduttori giacenti sul tavolo, onde nessuno di questi si trovi quanto basta immerso nella sua sfera di attività, si può fare che vi compaja qualche altro segno dell'indicato riflusso di fluido elettrico avvegnachè in picciola dose: basta frapporre ai due conduttori disgiunti per tal breve intervallo una listerella o frammento di foglietta d'oro o d'argento sottilissima, in guisa che ne tocchi uno, e sia lì lì per toccare l'altro, cioè disti mezza linea o meno; e vedrassi moversi tal foglietta e piegarsi a baciare quel conduttore cui pende vicina, ogni volta che si cava una scintilla dal conduttore elettrizzato che sovrasta. Ma sopratutto valgono a metterci sott'occhio l'azione dell'atmosfera elettrica, e la gran distanza, a cui arriva, e lo spostamento del fluido elettrico proprio dei conduttori sottoposti all'azione di essa, e il riflusso del medesimo fluido, ossia la corrente di ritorno, diversi elettrometri di Cavallo collocati qua e là sul tavolo a differenti distanze, e alcuni lontanissimi, i quali tutti danno segni di risentirsi tanto dapprincipio quando s'induce l'elettricità nel gran Conduttore soprastante, quanto ed anzi più ad ogni volta che se ne eccita una scintilla, scuotendosi in quel momento vivacemente i pendolini ecc.

Spiegata così quanto basta al presente nostro scopo l'azione delle atmosfere elettriche, e ritornando alla rana, cotanto sensibile, come si è mostrato, e irritabile anche da picciola corrente di fluido elettrico, che l'attraversi, massime nella direzione dalla testa, o dalle spalle alle gambe posteriori [1], nulla sorprenderà, lascierem giudicare, se, collocata una o più rane sul tavolo, e lungi anche da esso, in guisa che trovinsi vicine all'estremità di un conduttore metallico, o meglio tra due servendo di anello di comunicazione, si risentano esse al momento, e si convellano ne' muscoli ad ogni volta che uno eccita repentinamente accostando la nocca del dito, od una palla metallica, la scintilla del conduttore elettrizzato. Potrebbe far maraviglia la grande distanza di questo Conduttore dal tavolo, e dai corpi, che vi son sopra, e. g. di 2, 3 piedi e più ancora quando la scintilla non potrà balzare per avventura che all'intervallo d'un pollice circa, ed eziandio i pennoncelli da un angolo o punta che a pochi pollici. Ma s'egli è troppo discosto per trasmettere realmente qualsisia porzione del fluido, di cui trovasi supposto che sia elet. pos. ridondante a que' corpi giacenti sul tavolo, o per tirarne a sè da'medesimi onde ristorare la sua mancanza supposto che sia elettrico negat., non lo è tanto, che la sua sfera di attività, l'atmosfera, come si dice, premente non giunga fin là, ed oltre. L'altra cosa, che non lascierà di far ancora maraviglia ad alcuni, si è che i vari pezzi di metallo, e le rane, posando così sul tavolo non sono è vero isolati; ma essendo che comunicano fra loro per mezzo del legno o d'altri simili cattivi deferenti, quando il fluido elettrico smosso e spostato per l'*elettricità premente* del Conduttore è determinato dalla repentina scarica di questo a ritornare tutto a un tratto al suo luogo, corre per la via men resistente, schiva tali cattivi deferenti, e siegue quegli altri migliori.

---

[1] *Alcune di queste parole sono parzialmente cancellate preparandosi evidentemente il Volta ad un'altra lezione rimasta incompleta, ed in generale l' interpretazione del brano seguente è in parte incerta.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

Digitized by Google

VII.

RISPOSTA ALLE DOMANDE DELL'ABATE TOMMASELLI.

Estate 1792.

FONTI.

STAMPATE.

MANOSCRITTE.

Cart. Volt.: **E 23**; F 46 *bis*.

OSSERVAZIONI.

TITOLO: Pare sia una lettera effettivamente spedita all'Ab. Tommaselli di Verona (v. Nuova Mem. sull'Elettr. Anim. Lettera III, in Nota).

DATA: Ricavata dal l. c. sopra.

Le domande di cui si parla sono evidentemente quelle registrate nel foglietto, di mano ignota (Tommaselli?), del Cart. Volt. F 46 bis, domande che pubblichiamo in nota al testo.

Qualche brano di questa « Risposta » si trova in due note del Volta alla Mem. sopra citata.

Digitized by Google

Digitized by Google

RISPOSTA ALLE DOMANDE DELL'ABATE TOMMASELLI.

Dalle domande [1], che mi fa il Sig. Ab. TOMMASELLI di Verona pare, che nella rana preparata alla maniera del DOT. GALVANI considerisi anche da lui il muscolo col nervo che fuori ne pende, come una specie di boccetta di Leyden; onde abbia luogo, ogni volta che si eccitano coi varj indicati artificj le convulsioni e moti, una tal quale carica, indi la scarica di fluido elettrico dal di dentro al di fuori, o viceversa. Ma io stimo che la cosa proceda molto più semplicemente, in particolare, allorchè si mette in opera l'elettricità artificiale. Secondo me di null'altro v'è bisogno, se non di un trascorrimento qualsiasi di fluido elettrico da un capo all'altro dell'animale o di que' membri che hanno a scuotersi per l'interne loro parti, e segnatamente per la via de' nervi. Trapassando dunque il fluido per cammin dritto dalla testa o dalla schiena ai piedi dell'animaletto sottopposto all'esperienza, oppur da questi a quella, ne avvengono le convulsioni, sbalzi ecc. ogniqualvolta la corrente è rapida e copiosa abbastanza: e lo è già, per la rana anche intiera e intatta, quella proveniente da

---

[1] *Ecco le domande del Tommaselli* [*Nota della Comm.*]:

Al sig. cav. VOLTA l'ab. TOMMASELLI, Verona.

« Trovandosi la Rana avente il suo conduttore de' nervi sottoposta all'atmosfera elettrica:

« Si dimanda: 1. se quando si tira la scintilla dal gran Conduttore, la Rana si scuota perchè il fluido elettrico si scarichi dal muscolo esternamente, ovvero perchè dal nervo sgorghi nel muscolo, o finalm.e perchè dal muscolo ritorni al conduttore de' nervi per la tunica del tubo o condotto nervile.

« Posto che il fluido elettrico si scarichi dal muscolo esternamente senza bisogno del nervo:

« Si dimanda: 2. se tolto via il conduttore de' nervi dopo che la Rana è già carica, succederà la contrazione allo scocco della scintilla.

« Che quanto all'obbiezione, che se si scaricasse esternamente dal muscolo, non riterrebbe elettricità, perchè sempre se ne scaricherebbe, la risposta è chiara ed evidente, la quale si trae dalle di Lei belle considerazioni sulla minima quantità di elettrico che basta per tirare la scossa dalla Rana coll'arco Conduttore.

Digitized by Google

una scarica appena scintillante dell'ordinario Conduttore della Macchina elettrica, o da una neppur forte abbastanza da scintillare di una boccetta di Leyden. Lo stesso è dirigendo tal corrente elettrica dall'una all'altra gamba posteriore. Che se recidasi il tronco intiero, conservando queste sole gambe unite, basterà ancora minor forza elettrica, cioè una minor piena a convellerle, scorrendo ora per esse il fluido più raccolto; giacchè tanto più agisce e irrita esso le sensibili fibre, quanto più stretto è il passaggio, che queste gli offrono.

Or siccome le parti dell'animale, che più si risentono al suo stimolo sono i nervi, e altronde basta che vengano stimolati questi perchè si eccitino le contrazioni ne' muscoli dipendenti, come tant'altre sperienze dimostrano; così non fia meraviglia, che obbligando detto fluido a passare ristretto per l'angusto canale de' soli nervi, nascano tanto più facilmente, e per tanto minor forza elettrica le indicate convulsioni e moti de' membri. Ecco perchè si commove così per poco, per una corrente elettrica impercettibile, proveniente e. g. da una carica di Leyden neppur sensibile ai più delicati Elettrometri, si commove, dico, si scuote, e sgambetta la rana preparata in guisa, che le sue gambe tengano alla spina del dorso per i soli nervi crurali, sol che quella picciola corrente di fluido elettrico attraversi questi nervi. Non è neppure necessario, che scorra tutt'al lungo di essi, e giunga ad investire i muscoli di dette gambe: basta che il fluido tragittante attraversi una porzione de' nervi, onde pungerli e stimolarli un pochetto; epperò succedono egualmente le convulsioni e il calcitrare e guizzar delle gambe, ancorchè queste restino fuori del *circuito*, venendosi a scaricare e. g. la boccetta di Leyden sopra due conduttori, uno applicato alla spina dorsale, l'altro ad un punto qualunque de' nudi nervi crurali.

Non è dunque assolutamente necessario quello che GALVANI chiama *Conduttore de' muscoli*, potendoglisi sostituire un altro conduttore de' nervi; nè punto richiedesi il giro del fluido elettrico tra questi e quelli, o tra l'esterno e l'interno di lor sostanza, che si è voluto supporre; niente insomma v'è, che rassomigli qui a scarica di Leyden: e a che andarla a cercare dove non ve n'è nè indizio, nè bisogno?

Venendo ora alle sperienze, nelle quali in luogo di colpire direttamente la rana col fluido elettrico lanciato sia di un semplice conduttore, sia d'una boccetta, si fa in modo, collo scaricare per tutt'altra strada un grande Conduttore sovrastante, che venga invaso il di lei corpo da un'altra corrente comechè invisibile, l'applicazione è così facile a farsi per chiunque conosce a dovere l'azione delle *Atmosfere elettriche*, che nulla più occorrerebbe di soggiungere. Come però non tutti, neppur quelli, che si dilettano di sperienze elettriche, ne sono al fatto, e pochi assai ne sanno trarre le giuste conseguenze e farne le dovute applicazioni, gioverà metter qui innanzi almeno ciò che è più essenziale, e fa al nostro scopo.

Digitized by Google

Adunque tale è l'azione delle Atmosfere elettriche, e di quella che si chiama *Elettricità di pressione*, che il fluido proprio de' corpi deferenti, immersi nella sfera di attività di un altro corpo elettrizzato *per eccesso*, viene smosso e cacciato lontano a proporzione della forza e dell'estensione di tale sfera (la quale è grande più che non si crederebbe, giugnendo alla distanza di più piedi, quando in distanza di qualche pollice solamente possono eccitarsene le scintille); e al contrario viene attratto e determinato ad accumularsi nelle parti più vicine ad esso corpo elettrizzato, se la sua elettricità è *per difetto*. Or quando in appresso si distrugge o toglie gran parte dell'elettricità qualsiasi di codesto corpo, col provocarne una grossa scintilla, ecco che togliendosi, o indebolendosi corrispondentemente anche la sua Atmosfera, il fluido già smosso in quegli altri corpi immersi ricorre sull'istante a suo luogo, e per la via, come suole, de' migliori conduttori.

Gli è pertanto la corrente di questo fluido, che torna a posto rifluendo ne' conduttori cui trovasi interposta la rana, egli è (nelle sper. del Sig. GALVANI) il rapido passaggio dal *Conduttore de' muscoli al Conduttore de' nervi*, o viceversa, attraverso il di lei corpo, e sì per l'angusta via de' soli due nervi crurali, che vi eccita quelle strane convulsioni, e moti più o men violenti: e non vi è in ciò altra maraviglia, se non la somma sua sensibilità, allor quando è così preparata; la quale però manifestasi egualmente dalle altre sperienze già sopra accennate.

Del resto poi anche senza snudarne i nervi, e senza alcun'altra preparazione possono eccitarsi nella rana intiera e intatta (e similmente in altri animaletti, come lucertole, salamandre, topi, piccioli uccelli) somiglianti moti in tutte le membra colla pura e semplice *elettricità di pressione* nel modo indicato; solamente vi vuole, in tal caso, che questa sia più forte, e che giuochi in non tanta dist. [*distanza*]. Collochisi essa rana bella e intiera sul tavolo, tra due conduttori, un de'quali sia prolungato fino sul suolo, e dispongasi ella in guisa che li tocchi, o sia presso a toccarli, amendue, uno colla testa, l'altro co' piedi, o questo con un piede, quello coll'altro piede: non si potran dire allora conduttore de' muscoli l'uno, l'altro conduttore de' nervi, ma piuttosto ambedue conduttori de' muscoli, o meglio conduttore anteriore e conduttore posteriore; non vi sarà idea di circuito da' muscoli a' nervi; o dall'esterna all'interna faccia; e non pertanto ogni volta, che scaricherassi una piena e forte scintilla dal gran Conduttore sovrastante, per tutt'altra parte, purchè la distanza, come dicemmo, non sia troppo grande, si convelleranno le gambe della rana. Che si ottiene dunque dippiù colla decantata preparazione? Null'altro, che potersi le stesse convulsioni eccitare a molto maggiore distanza dal Conduttore elettrizzato, e con più deboli scariche del medesimo. Ma questo vuol dire solamente, che snudati ed isolati i nervi, sicchè per essi soli abbia a tragittare, basta una assai picciola corrente di fluido elettrico insensibile finanche agli

Digitized by Google

elettrometri più delicati a stimolare essi nervi sì che abbiano a suscitarsi le contrazioni ne' muscoli dipendenti: la qual cosa provano egualmente, come già ho fatto osservare, le altre mie sperienze delle scariche elettriche immediate.

Queste poche osservazioni credo che potranno soddisfare alle domande del Sig. Ab. TOMMASELLI, e a più altre riguardo all'azione dell'elettricità artificiale diversamente applicata tanto alla rana intiera, quanto a' suoi membri recisi, e in varie maniere preparati, come pure ad altri animali. Nulla egli mi chiede riguardo all'elettricità propria animale intorno a cui molte cose ho pure scoperte. Ho ottenuto molti nuovi fenomeni, tali però che estendendo apparentemente gli effetti di siffatta elettricità animale, ne ristringono assai l'influenza, e distruggono in gran parte le spiegazioni del Dr. GALVANI, e mostrano qualmente i moti muscolari, che si eccitano coll'artificio delle armature metalliche sono d'ordinario effetti di un'elettricità appunto artificiale estrinseca: non sempre però, come si potrebbe essere tentato di credere; giacchè ho pur dimostrato, chiamando a rigoroso esame tutte le prove, che anche per sola forza organica viene squilibrato e mosso il fluido elettrico tra nervi e muscoli, o tra l'interno ed esterno di questi; onde sussiste ferma e stabile la grande scoperta di GALVANI di una vera e propria *elettricità animale*, comunque debbasi a più pochi fenomeni limitare, e tutte quasi le sue supposizioni e spiegazioni date, cadano a terra.

Quando per es. è necessario per ottenere le contrazioni e moti, di cui si tratta, toccare il muscolo con un metallo, e con un altro metallo diverso il nervo, o applicarvi armature appunto diverse, mentre con armature eguali non si ottiene l'effetto, non v'è certamente argomento di credere, che ivi agisca alcuna elettricità naturale organica, che esista in quelle parti alcun reale sbilancio, il qual dia mossa al fluido elettrico; e piuttosto dee dirsi, che se accade un trasporto di esso colla semplice applicazione di due metalli di diversa qualità, essi sono che lo tolgono dall'ozioso equilibrio, in cui si truova, che lo smuovono da' luoghi cui sono applicati, e trasportanlo dall'una all'altra parte. Ciò si comprova viemaggiormente dalle mie sperienze, con cui ottengo le istesse contrazioni e moti, applicando dette *armature dissimili* anche a parti similari dell'animale, cioè a soli muscoli, senza snudare nervi, nè altro: applichinsi puranche a due muscoli dell'istesso nome, e. g. ai *glutei* dell'una e dell'altra coscia; la rana salta tosto che con un arco conduttore fo comunicare tra loro queste due armature di diverso metallo, massime se sia l'una di foglia di stagno, l'altra di lamina d'argento. Che più? La facoltà che hanno due armature metalliche di diversa qualità di smuovere il fluido elettrico, una, e. g. l'argento, attraendolo e succhiandolo in certo modo, l'altra, e. g. lo stagno, versandolo, e di metterlo così in un perenne giro, quando e finchè abbiavi tra esse una comunicazione parimenti metallica o di altri buoni deferenti, ed anche nelle parti cui stanno applicate esse armature e nelle intermedie possa con sufficiente

Digitized by Google

libertà trascorrere detto fluido, una tale facoltà, e azione propria delle armature metalliche dissimili son giunto a dimostrarla con altre dirette sperienze, applicando esse armature anche a corpi non animali, a un panno bagnato ecc.

Son dunque i metalli non solo Conduttori perfetti, ma *motori* dell'elettricità; non solo prestano la via facilissima al passaggio del fluido elettrico, che trovandosi già sbilanciato tende a portarsi dal luogo in cui sovrabbonda a quello che rispettivamente ne scarseggia; ma van producendo essi stessi e promovendo un tal quale sbilancio con estrarre di cotesto fluido od introdurne, dove pur trovasi in giusta dose ripartito; e ciò col solo stare applicati a qualsiasi altro conduttore; non altrimenti che avviene collo stropicciamento degli idioelettrici: e siccome tal metallo prevale sopra tal altro nel tirare il fluido, o nel rilasciarlo; così avviene che due armature di diverso metallo, applicate come si è detto, se comunichino fra loro, lo mettano in un perpetuo giro; singolarmente incontrandosi una d'argento, l'altra di stagno, che sono, come ho trovato, i più disposti, il primo ad attrarre, l'altro a deporre detto fluido elettrico. Ella è questa una nuova virtù de' metalli, da nessuno ancora sospettata, che le mie sperienze mi hanno condotto ad iscoprire. Nè però io penso, che sia essa propria soltanto de' metalli; ma bene di tutti i conduttori; e tengo debba stabilirsi per legge generale, che il semplice contatto o combaciamento di conduttori di diversa superficie, e di qualità sopratutto diversa basta a turbare in qualche modo l'equilibrio del fluido elettrico, e a smuoverlo, senza cioè che siavi bisogno di stropicciamento alcuno; il quale stropicciamento, siccome pure il percuotere, ed anche il solo premere, non per altro riescono tanto più efficaci, che perchè dàn luogo a miglior combaciamento della superficie, adducendo un più gran numero di punti a un più perfetto contatto.

Ma lasciando le spiegazioni, e considerando il puro fatto del trasporto di fluido elettrico dall'una all'altra parte dell'animale occasionato da due armature di diverso metallo applicatevi, torno a dire, che quando siffatta circostanza è necessaria, cioè che siano appunto tali armature diverse perchè eccitinsi le convulsioni e moti, di maniera che ove siano quelle eguali questi moti più non succedono, non può dirsi a ragione che ivi giuochi alcuna vera elettricità animale; potendosi e dovendosi quegli effetti attribuire propriamente ad elettricità artificiale eccitata di presente col nuovo indicato mezzo.

Ma, in caso diverso, cioè quando snudato ed isolato il nervo alla maniera del sig. GALVANI si tocca sì questo, che il muscolo da cui sporge con due capi del medesimo metallo, oppure armati essendo tanto il muscolo quanto il nervo coll'istesso metallo e nella stessa stessissima foggia, si eccitano nulla di meno le convulsioni. Oh! allora sì che possiamo con sicurezza asserire esser causa di cotai fenomeni una vera e propria elettricità animale. E in vero d'onde mai può venire la mossa del fluido elettrico, non essendovi ragione per cui venga in virtù delle armature affatto simili, se non procede originariamente dalle

Digitized by Google

parti organiche medesime, cui stanno queste applicate, in grazia di trovarsi esso fluido sbilanciato tra coteste parti, cioè tra nervo e muscolo, o tra l'interno e l'esterno del muscolo, in cui penetra e si dirama esso nervo? Un tale stato però di naturale elettricità dura poco dopo la morte dell'animale, e la sua dissezione; e quindi cessa in pochi minuti di convellersi la rana tentata così: laddove tentata nell'altra maniera, cioè coll'artificio delle armature dissimili, continua l'animaletto a sgambettare per ore ed ore; e sì anche applicandole amendue all'esterna faccia de' muscoli, senza snudare alcun nervo.

Altre prove ho pure dell'indicato naturale sbilancio di fluido elettrico negli organi, ossia della sua tendenza a portarsi da una ad altra parte; le quali mi indicano altresì in qual direzione tenda, cioè dal nervo all'interiore del muscolo: ma non ho qui luogo e tempo per estendermi intorno a ciò; come neanche intorno ad altre mie scoperte contenute in due Memorie sull'Elettricità animale già pubblicate nel Giornale Fisico-Medico del Dr. BRUGNATELLI, Maggio, Giugno e Luglio, e in altre che sto preparando. Siccome il sig. Ab. TOMMASELLI non è forse a portata di tosto procurarsi questi tometti, stimo fargli cosa non discara inviandogli un foglietto inserito dal Giornalista nel primo di essi, in cui si dà un breve cenno di tali mie scoperte.

Digitized by Google

VIII (A).

DUE LETTERE A MARTINO VAN MARUM.

LETTERA PRIMA.

Como, 30 *Agosto* 1792.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
Bosscha Corr. pg. 64.	Harlem. Soc. Holl. Sc. (*) Cart. Volt.: E 24 (**), F 46 *bis*.

OSSERVAZIONI.

TITOLO:

DATA: da Bosscha Corr.

In Bosscha Corr. segue alla lettera del V. un commento storico e scientifico di cui pubblichiamo un sunto in fine [*Note della Commissione*].

(*) In Cart. Volt. E 25 è la Copia del Mns. del V.

(**) E 24 è la Minuta completa della lettera; F 46 bis è un breve brano.

Le due lettere del V. 30 Agosto e 11 Ottobre 1792 formano una sola Memoria che il V. proponevasi continuare in una terza lettera che non scrisse.

Digitized by Google

Digitized by Google

LETTERA PRIMA.

à Come le 30^{me} Août 1792.

Monsieur

Votre derniere lettre m'étant parvenue au tems de nos vacances, dans lequel j'ai coutume de faire des excursions, je n'ai pu répondre plûtot. J'ai regret de cela, et plus encore de vous devoir dire de suspendre la commission que je vous avois donnée de me faire construire le Gazometre de votre invention. La raison est, qu'on ne m'a pas encore accordé de faire cette dépense pour le Cabinet de l'Université de Pavie, les autres dépenses ayant déja été assez considérables cette année. J'espère pourtant de pouvoir l'obtenir en renouvellant la demande, et si tôt qu'on me l'accorde, ce qui pourroit être dans deux ou trois mois d'ici, je ne tarderai pas à vous en donner avis. Je vous prie en attendant de vouloir bien m'excuser pour la peine que je vous ai donnée inutilement, et pour le délai à faire réponse à votre lettre, et à vous remercier du nouveau dessin, qu'il vous a plu de me remettre avec la description de votre appareil simplifié.

Je ne sçais si vous êtes informé, Monsieur de la belle découverte de Mr. GALVANI, Professeur de Bologne, sur *l'Electricité Animale*. Je suis entré avec ardeur dans ce nouveau champ qu'il nous a ouvert et j'y ai fait des nouvelles découvertes, dont j'ai déjà publié une partie dans deux Memoires sur ce sujet insérés dans le *Giornale Fisico-Medico* du Dr. BRUGNATELLI de Pavie (May, Juin et Juillet) et qui seront suivis par d'autres. Je vais vous tracer en abregé la suite de ces découvertes et les accompagner de quelques reflexions.

Mr. GALVANI disseque une grenouille de façon qu'il n'en conserve que les jambes postérieures attachées uniquement par les *nerfs cruraux* à une partie de l'épine du dos tronquée du reste du corps. Appliquant alors le bout d'un fil métallique, ou *arc conducteur* à un point quelconque de ces jambes, et l'autre bout aux dits nerfs, ou bien à la portion du tube vertebral où ils se réunissent, voila des convulsions spasmodiques, des secousses, et des mouve-

Digitized by Google

ments très-violents dans les deux jambes: elles sautent et se debattent d'une maniere surprenante. On obtient cet effet toutes les fois qu'on réitère les mêmes attouchements; et beaucoup mieux et pendant un très-long tems, si ayant appliqué une lame métallique soit au tube vertebral, soit à l'extremité des nerfs cruraux qui y aboutissent, on touche avec l'arc conducteur cette espèce d'armure d'un coté et les muscles des jambes de l'autre.

Notre Professeur de Bologne ne s'est pas arreté à ces experiences sur la grenoüille, mais il les a étendües à d'autres animaux, même à sang chaud, quadrupedes et oiseaux, et il en a eu le même succès moyennant le même artifice de mettre à découvert et de detacher tout autour de ses adhérences le principal nerf d'un membre, comme le *brachial*, *l'ischiatique* ecc. de l'armer d'une feuille métallique, et d'établir une communication à l'aide d'un arc conducteur entre ce nerf armé et les muscles dependants. Il a varié de plusieurs manieres ces expériences; toujours pourtant de façon à établir une communication entre les nerfs d'un coté, et les muscles d'un autre; ce qu'il regarde comme une condition essentielle, ou du moins que le courant du fluide electrique s'étende et parvienne par la voye des nerfs aux muscles et les heurte de quelque maniere, reveillant ainsi leur irritabilité.

Mais ayant varié beaucoup plus que lui les expériences et multiplié les recherches j'ai trouvé que les susdites conditions ne sont guère nécessaires. On peut lorsque le nerf est mis à découvert et dégagé comme ci-dessus, limiter à deux de ces parties plus ou moins voisines entr'elles l'irruption ou trajet du fluide électrique moyennant deux armures appliquées aux deux endroits marqués du nerf ec. et les muscles dependants entreront également en convulsion, le membre se debattra à l'ordinaire, quoique celui-ci reste avec tous ses muscles hors du circuit, que parcourt le courant électrique. L'expérience réussit très bien sur le nerf ischiatique et la jambe du chien, d'un agneau ec. Qu'on decouvre un trajet assez long de ce nerf, qu'on en enveloppe une partie dans l'étendue p. ex. de 3 ou 4 lignes, de feuille d'étain, et qu'on applique à une autre partie une lame d'argent laissant entre ces deux armures un interval quelconque d'une ou plusieurs lignes: toutes les fois alors qu'on établira entre elles une communication, soit immédiate, en avançant la lame d'argent jusqu'au contact de celle d'étain, soit par l'intermède d'un troisième metal, on viendra à exciter des secousses, des mouvements impetueux de toute la jambe, quoique on n'ait touché à aucun de ses muscles, quoique on ne puisse imaginer que le fluide électrique mis en mouvement dans une petite partie seulement du nerf qui deborde les muscles, aille frapper en aucune maniere ceux-ci. Or donc, il n'est point du tout nécessaire que les muscles soient affectés immédiatement par le fluide électrique, qu'il fasse irruption sur eux: c'est les nerfs que ce fluide doit irriter; et il n'en faut pas davantage pour donner naissance aux mouvements des muscles gouvernés par ces nerfs.

Digitized by Google

Comme ces expériences réussissent également bien dans le membre tronqué de l'animal, et pendant un assez longtems, lorsque la sensibilité du nerf dominant paroitroit éteinte, vu que ni en le pinçant, ni en le coupant ou dechirant on vient à bout d'exciter les mouvements violents dans le dit membre, qu'on y excite si aisément par une legere secousse ou mouvement induit du fluide électrique, on est assez fondé à conclure, que ce même fluide est le stimulant le plus approprié des nerfs, et qu'il est tout-à-fait naturel, que ce soit aussi par son ministere, que l'action nerveuse est mise en jeu dans l'économie animale. L'ame dans cette supposition n'a qu'à imprimer un certain mouvement au fluide électrique où à solliciter, retarder, invertir celui qu'il a déjà, dans les nerfs sujets à son empire, pour faire naitre les mouvements qu'elle veut dans tels ou tels muscles erecteurs et flexeurs des membres, dans tous ceux enfin qui obeissent à sa volonté. Plus on considerera ces expériences, les conditions et les circonstances qui les accompagnent, comme je montrerai dans la suite, et plus on se persuadera de ce que j'avance ici sur des conjectures assez fondées.

Quoique les nerfs soient les parties, sur lesquelles doit se porter immédiatement l'action du fluide électrique et que la contraction des muscles ne soit qu'un effet secondaire provenant (de quelle maniere nous ne le savons pas encore, et à l'égard de cela nous n'en sommes pas plus avancés qu'avant ces découvertes) de l'action nerveuse ainsi excitée, comme on vient de voir, il n'est pas du tout nécessaire pour réussir dans les expériences dont il s'agit de les découvrir ces mêmes nerfs, de les isoler ec. suivant le procédé décrit et comme le pratique GALVANI: on peut les laisser à leur place enveloppés et cachés sous les chairs, et appliquer tout droitement les armures métalliques à ces mêmes chairs et muscles, une à tel muscle, l'autre à tel autre, ou même à deux parties d'un seul muscle, pourvu que les nerfs ne se trouvent pas trop profondément ensevelis sous des intéguments d'une épaisseur excessive. Ainsi pour une grenouille qui a la peau très fine et trempée de beaucoup d'humidité, on peut la lui laisser, si on veut, et appliquer une feuille d'étain p. e. sur son dos, ou ses reins, et une monnoie d'argent sous ses cuisses: en établissant alors une communication entre ces deux armures, au moyen d'un troisième métal, on verra cette grenouille entiere et intacte tremousser dans tout son corps, se tourmenter et lancer violemment ses jambes de derriere; et la même chose si elle est deja morte ayant la tête tranchée et passée une grosse aiguille le long de la moelle épinière.

On obtient à la vérité ces mouvements plus aisément et plus forts, si ayant écorchée la grenouille, on a appliqué les armures à la chair musculaire nue, mais, comme j'ai dit, il n'est pas d'une nécessité absolue d'en oter la peau: comme il ne l'est pas non plus de l'enlever aux anguilles, et à d'autres poissons, pour exciter en eux, moyennant le même artifice des armures, toute sorte de mouvements et contorsions. Cela je l'ai trouvé nécessaire pour d'autres animaux

Digitized by Google

qui ont la peau moins fine et plus seche, lezards, salamandres, serpents, ecc. Pour les oiseaux, les souris et autres petits quadrupedes, qui ont des intéguments encore plus épais, la graisse, le tissu cellulaire et autres membranes, qui enveloppent les muscles, il faut absolument enlever tous ces intéguments jusqu'à découvrir la chair vive aux endroits qu'on veut armer, sans quoi à peine pourra-t-on obtenir quelques contractions ou tremblement de quelque muscle, et point de ces mouvements et secousses des membres qu'on se propose d'exciter. Enfin dans les animaux plus grands, chiens, chats, lapins, agneaux ec. et dans les parties trop charnues, où les principaux nerfs inservients au mouvement des membres, c. à. d. regissants les muscles flexeurs se trouvent trop couverts et ensevelis, il faut oter, outre certaines pellicules ou membranes, s'il s'en rencontre, qui couvrent les chairs, une partie encore de celles -ci, jusqu'à ce qu'on ait aminci convenablement la couche qui s'interpose entre l'armure et le nerf qui doit être irrité, pour qu'il s'ensuive le mouvement qu'on attend. Ce n'est pas qu'on n'obtienne sans cette coupure et amincissement des parties charnües des contractions spasmodiques, des palpitations plus ou moins grandes des muscles; mais elles ne sont dans ce cas que superficielles, et limitées à-peu-près aux environs des armures et à l'espace compris, s'il n'est pas grand; au lieu qu'elles s'étendent loin et arrivent à secouer les membres entiers, toute une jambe p. e. tout le bras et la patte d'un chien, d'un agneau ec. si on a appliqué comme il faut une des armures à l'endroit qui repond au nerf *ischiatique*, ou au nerf *brachial*, et on a oté de cèt endroit outre les intéguments communs assez de chair pour qu'il n'en reste que peu d'interposé entre le nerf et l'armure: dans ce cas c'est presque comme si on avoit decouvert le nerf, et on lui eût appliqué la dite armure immédiatement; puisque une couche assez mince de chair bien humide n'empêche pas que le fluide électrique mis en mouvement ne penetre jusqu'à lui, et l'irrite au point de reveiller son action.

On voit donc aussi par ces expériences, que c'est proprement l'irritation des nerfs assujetis à l'incursion du fluide électrique, qui devient cause des mouvements des muscles, non pas une action immédiate du dit fluide sur ces derniers, comme le pense le Dr. GALVANI, et je le pensois moi-même dans le commencement. Que si sans découvrir aucun nerf et en appliquant simplement les deux armures aux muscles eux-mêmes laissés à leur place, ou détachés entierement de l'animal et même à un seul muscle, et jusqu'à un petit morceau de muscle, si, dis-je, en appliquant la feuille d'étain et la lame d'argent à deux parties exterieures, soit d'un seul muscle, soit de deux, on occasionne des contorsions spasmodiques, des palpitations ec. toutes les fois et tout le tems qu'on fait communiquer entre eux ces armures, c'est que chacun de ces muscles et la moindre de leurs parties, se trouvent parsemés de filets nerveux, dont il y en a une infinité sous tous les points que couvrent les dites armures.

Digitized by Google

Une chose pourtant qui merite la plus grande consideration c'est que quoique tous les membres soient pourvus de nerfs, il n'y a néanmoins que ceux qui sont sujets à l'empire de la volonté, les muscles des mouvements spontanés, qui présentent les phénomenes decrits, les contractions ec. par l'action du fluide électrique transmis d'un endroit à l'autre: au moins je n'ai rien pu obtenir des muscles du ventricule, des intestins, ni du coeur même, qui jouissent pourtant, le dernier sur-tout, d'une grande irritabilité, pas même lorsqu'ils se montroient encore pleins de vie et qu'ils se ressentoient à tout autre stimulant physique ou chymique, je n'ai rien pu obtenir, dis-je, par les artifices électriques decrits ni du cœur, ni des intestins ec. tandisque tous les muscles erecteurs et flexeurs des membres, et la plupart de ceux du dos, de la poitrine, du ventre en un mot tous ceux qui obéissent à la volonté ne manquent pas de se prêter aux épreuves dont il s'agit long-tems même après que les stimulants physiques et chymiques n'y produisent plus rien. Ayant essayé dans cette vüe les muscles du diaphragme j'en ai obtenu les effets, comme je m'attendois eu égard que ces mouvements sont aussi volontaires. Ainsi il ne paroit plus rester de doute sur ce point.

Or si le fluide électrique ne peut par ce leger mouvement, que l'application des armures métalliques lui occasionne, exciter les contractions ec. que dans les muscles sujets à la volonté, et reciproquement; ne peut-on pas conclure, que ce n'est pas autrement que la volonté elle-même produit des semblables contractions, savoir par un mouvement pareil qu'elle sçait imprimer au fluide électrique? N'est-on pas fondé à croire, que c'est par son ministere que l'ame agit, comme j'ai déjà avancé, et que le dit fluide n'affecte pas directement les muscles, mais les nerfs, lesquels excités par lui, qui est leur stimulant approprié, agissent à leur tour sur les premiers, comme j'ai montré par expérience? Je me borne à cela; puisque la maniere de cette communication ou passage d'une action à l'autre est encore obscure, comme j'ai déjà avoué; on ne connoit nullement comment s'exerce cette puissance des nerfs pour produire la contraction des muscles; il est pourtant sûr, et mes expériences suffiroient seules à le prouver, que ces mouvements des muscles volontaires viennent de l'action des nerfs sur eux; et il est plus que probable que l'agent, l'excitateur de ces nerfs commandés par la volonté, est en tout cas le même, savoir le fluide électrique, auquel nous voyons operer avec tant de facilité les mêmes effets.

Pour ce qui est des autres muscles, les mouvements desquels ne dependent point de la volonté, et ne peuvent non plus être excités par le doux écoulement du fluide électrique occasionné par les armures ec. on peut croire que de semblables mouvements non volontaires, comme celui du cœur et le mouvement vermiculaire des intestins, ne s'executent point au moyen des nerfs, mais par un autre mechanisme quelconque; que par conséquent les nerfs dont

Digitized by Google

ces muscles sont pourvus, ont un tout autre employ. On comprendroit alors bien pourquoi le fluide électrique, qui dans les expériences dont il s'agit ne fait que stimuler un peu les nerfs, n'occasionne point dans de semblables muscles destitués de mouvement volontaire les contractions et les secousses qu'il occasionne dans les autres sujets à la volonté.

Mais que dirons-nous s'il y a des animaux, dont toutes les parties se refusent aux mouvements qu'on penseroit y exciter par les artifices indiqués quelque susceptibles qu'elles soient d'ailleurs de mouvements spontanés? J'ai rencontré plusieurs de ces animaux rebelles, pour ainsi dire, dans la classe des vers, comme les sangsües, les limaces et limaçons, les vers de terre, et autres, sur lesquels ayant fait les preuves de toutes les manieres possibles, je n'ai pu rien obtenir. Je dirai plus: ils ont tenu contre des decharges d'électricité artificielle assez fortes pour étinceller, et capables de me donner une commotion sensible dans les bras; il ne s'est point excité dans ces petits animaux de mouvement remarquable en aucune partie de leur corps; ils ont paru en être aucunement affectés: ce qui m'a beaucoup étonné. Seroit-ce faute des nerfs? Mais peut-on dire que ces animaux en manquent? Non surement et les limaces surtout en sont richement pourvües. Mais vraisemblablement l'office de ces nerfs n'est pas d'induire le mouvement dans les parties, et ces mouvements quoique spontanés s'exercent par un tout autre méchanisme comme les non spontanés dans les autres animaux. Il y a des vers en effet aquatiques et terrestres, dans lesquels on a découvert et decrit le veritable mechanisme de plusieurs mouvements. Quoiqu'il en soit voila une difference essentielle dans l'économie animale entre ceux-ci et les autres animaux.

Mais si plusieurs vers se refusent, comme on vient de voir, à nos épreuves, je ne me hâterai pas de conclure qu'il en soit de même de tous les vers en general, et encore moins de tous les insectes; au contraire je dois dire, que j'ai réussi très bien sur plusieurs de ces derniers, comme ecrevisses, scarabes, sauterelles, papillons, et jusques sur les mouches. Voila une des manieres par lesquelles j'obtiens plus surement l'effet dans ces animaux difficiles à assujettir aux expériences ou par leur petitesse ou par les écailles dont ils sont recouverts. Après avoir tranché la tête à la mouche, au papillon, au scarabe ecc., je leur fend tout au long le corselet avec un canif ou des fines ciseaux, et j'introduis profondément dans la fente près du cou un morceau de feuille d'étain, ou de papier argenté, qui est proprement un papier couvert de feuille d'étain et un peu au dessous j'introduis de même bien dans l'interieur le tranchant d'une lame d'argent, p. e. une petite monnoye: alors faisant avancer celle-ci jusqu'au contact de la feuille d'étain, voila les antennes et les jambes se plier, se debattre et le tronc même s'agiter ecc.

Je viens maintenant [1] aux expériences, que j'ai faites sur ma langue et sur d'autres et qui m'ont présentés des phénomenes nouveaux aussi curieux

Digitized by Google

qu'instructifs. J'applique à la pointe de la langue une lame d'étain bien nette, et plus avant [2] sur son plat une monnoye d'argent ou d'or; puis avançant celle-ci je la fais arriver jusqu'au contact de la dite lame: à l'instant il s'excite sur la pointe de ma langue une sensation plus ou moins vive; celle d'une saveur aigre bien décidée, qui continue et va même en augmentant tant que la communication des deux metaux dure. Au lieu d'une lame solide d'étain je me sers plus avantageusement d'une feuille mince de ce métal [3], ou d'un morceau de ce papier argenté dont j'ai parlé ci-dessus. Voila un phenomene bien frappant: mais ce qui l'est encore plus, c'est qu'en faisant l'expérience d'une maniere inverse, c'-à-d. en appliquant au plat de la langue [4] l'étain et l'argent à son bout, on sent *ici* [5] une saveur tout-à-fait differente, une saveur brulante tirant à l'amer, d'une acreté enfin plûtôt alcaline qu'acide.

Il n'est pas douteux, que cette *différente sensation vient* [6] de ce que le fluide électrique entre dans un cas et penetre la pointe de la langue et dans l'autre il en sort; et je crois avoir determiné lequel des deux saveurs tient à l'entrée lequel à la sortie du dit fluide. C'est donc la saveur acide qu'il produit en entrant et l'autre *alcaline ou quasi alcaline* [7] en sortant: *ainsi l'étain fait passer du fluide électrique à la partie qu'il revêt et l'argent au contraire soutire du même fluide aux points qui lui sont en contact* [8]. J'ai eu recours pour determiner cela à l'électricité artificielle: j'ai appliqué le bout de la langue au grand conducteur de la machine électrisé tantôt positivement, tantôt négativement et j'ai senti bien distinctement les deux mêmes saveurs, l'acide par l'électricité positive, l'autre saveur acre et presqu'alcaline par la négative [9]. Il faut pour bien goûter et distinguer ces saveurs ne pas exciter d'étincelles sur la langue, lesquelles en l'irritant trop vivement procureroient d'autres sensations que celle du goût, des sensations plus ou moins douloureuses: il faut non pas de ces irritations brusques et à secousses, mais une *irritation* [10] douce et continuée telle qu'on l'a en recevant sur le bout de la langue le souffle chatouillant ou vent électrique à une distance convenable de la pointe émoussée du conducteur, ou en tenant appliqué le bout même de la langue au conducteur tandis qu'on fait jouer la machine électrique. Voulez-vous exclure tout soupçon, que la saveur qu'on sent soit la saveur propre du métal? n'appliquez pas immediatement votre langue *à celui-ci* [11] mais à un morceau de bois, à un drap mouillé ecc. *que vous aurez uni au conducteur métallique* [12]. Il est bon aussi pour empecher, qu'en retirant par hazard la langue il n'éclate des étincelles piquantes, de laisser pendre une chaine du conducteur sur la table, ou sur le plancher; alors ce conducteur n'étant pas isolé donne un passage assez libre au fluide électrique et rien n'arrete son cours tant qu'on fait jouer la Machine; si bien que par cet écoulement continuel l'électricité ne peut jamais monter à une tension considérable; à peine un electrometre bien sensible appliqué à ce conducteur donne-t-il quelque foible signe. Cependant

Digitized by Google

comme en appliquant la langue à ce même conducteur une partie *plus ou moins* [13] grande du fluide électrique *mis en mouvement* [14] doit s'écouler par cette voye [15] voila justement ce qu'il faut pour chatouiller doucement la langue *c'-à-d. les nerfs du goût* [16] et y exciter la sensation, dont il s'agit, savoir la saveur acide ou l'autre acre et brulante, selon que le fluide entre ou sort. Il faut pourtant, afin que ces sensations soient remarquables et assez vives, sur-tout celle de la saveur alcaline, qui [17] s'excite plus difficilement, quoique lorsqu'on arrive à l'exciter elle devienne par son acreté plus piquante et desagreable, il faut, dis-je, que le fluide électrique, qui coule si doucement, soit en revanche assez copieuse: c'est pourquoi il faut que la Machine joue bien, et fournisse abondamment.

Avec tout cela on ne parvient [18] jamais à exciter une saveur aussi forte que celle qui est produite par les deux lames d'argent et d'étain appliquées simplement à la langue et communiquantes entr'elles. La raison est probablement, qu'ici le mouvement du fluide électrique est encore moins rapide, de sorte que s'arrêtant pour ainsi dire au bout des *nerfs* [19] il y deploye plus avantageusement cette action, qui est propre à exciter le sens du goût. On peut aussi croire, que la quantité de fluide électrique mis en jeu de cette maniere n'est pas petite, quoique son courant ait peu de vitesse [20]. Mais je parlerai de cela dans la suite.

Il faudra, Monsieur, que je vous écrive une seconde lettre en continuation de celle-ci, car j'ai encore bien de choses à vous communiquer. Agréez en attendant ceci, et que je sache ce que vous en pensez. Je suis avec toute l'estime et l'amitié possible

Votre cc.
A. VOLTA.

A. Monsieur
Monsieur le docteur VAN MARUM, Directeur
de Musée de Teyler à
Hollande. *Haarlem.*

Digitized by Google

NOTE DELLA COMMISSIONE

ED AGGIUNTE TRATTE DAI MANOSCRITTI DI A. VOLTA

Riassunto del Commento di I. Bosscha segretario della Società olandese di Scienze alla lettera del V. 30 Agosto 1792.

Le due lettere del V. 30 *Agosto e* 11 *Ottobre formano probabilmente una sola lettera, sono copiate da una minuta e costituiscono una Memoria che il V. proponevasi continuare in una terza lettera che non scrisse.*

Le risposte del Van Marum al V. non sono giunte a destinazione causa la guerra del 1792, *ed il V., attesa invano la risposta, non scrisse la terza lettera. La corrispondenza restò interrotta fino al* 1796 *e nel frattempo il V. rimase impegnato nella lotta contro i sostenitori dell'Elettricità animale, e solo con le lettere al Vassalli da Como del* 24 *Ottobre* 1795 *egli si liberò dall'obbligo di rispondere ai Galvanisti.*

Vedansi nel Commento notizie anche sulle opere di Galvani.

Il Galvani mandò una copia del suo Commentario a D. Bassano Carminati, Professore di medicina a Pavia e questi lo comunicò al V. incitandolo a ripetere le sperienze. Il V. le cominciò con diffidenza a Pavia, nell'ultima settimana di Marzo e la sua incredulità si mutò tosto in entusiasmo. Ripetè le sperienze a Milano presso l'Anguissola e il 3 *Aprile scrisse la lettera al Baronio inserita poi in Br. Ann., in Ant. Coll. e tradotta in tedesco dal Mayer.*

Il Carminati riportò al Galvani i risultati del V. e il Galvani rispose al Carminati. Tale risposta fu pubblicata dall'Aldini nel Commentario di Galvani, pag. 67 *e tradotta in tedesco dal Mayer.*

Subito seguì la seconda Memoria sulla E. A. pubblicata in Br. Ann., in Ant. Coll. e tradotta in tedesco dal Mayer. In questa il V., dato libero campo alla critica, abbatte la teoria del Galvani.

Nella Memoria terza sulla E. A. il V. dice che la seconda parte della Memoria seconda non era ancor pubblicata quando uscì la seconda edizione del Comm. del Galvani curata dall'Aldini. La lettera al Van Marum 30 *Agosto deve aver seguito subito dopo la Memoria seconda. La Memoria terza è compresa in una lettera all'Aldini.*

In Cart. Volt. E 24 *è una minuta che comprende l'argomento di ambedue le lettere contenente quasi fedelmente tutta la prima e gran parte della seconda, senza ripetizione; mentre le due lettere che si pubblicano hanno in comune un brano. Il Bosscha spiega questo fatto, supponendo che le due lettere siano tratte da una minuta precedentemente stesa a distanza di tempo (durante il quale il V. compì un viaggio).*

---

[1] *Ici commence avec les mots* « Venons aux espériences » *le passage répété dans la lettre XIV, du* 11 *octobre* 1792.

Digitized by Google

[2] *La lettre XIV introduit ici les mots:* « soit dessus ou dessous ou à coté, ordinairement ».

[3] *Au lieu des mots qui terminent la phrase, la lettre XIV ajoute les suivants:* « de celles qu'on achete chez les batteurs d'or et mieux encore d'un morceau de ce papier qu'on dit argenté et qui est véritablement enduit d'une feuille luisante d'étain comme on sçait ».

[4] *La lettre XIV ajoute:* « ou à tout autre endroit ».

[5] *Au lieu d'*« ici » *la lettre XIV a:* « alors ».

[6] *Au lieu des mots en italiques la lettre XIV a:* « différence depend ».

[7] *Au lieu des mots en italiques la lettre XIV a:* « piquante et désagréable ».

[8] *La lettre XIV supprime les mots en italiques.*

[9] *La lettre XIV ajoute:* « celui-ci pourtant avec plus de difficulté. Or l'étain produisant la saveur qu'excite l'électricité positive, et l'argent celle qu'excite la négative, en doit conclure que le premier donne du fluide électrique a la partie de la langue à laquelle il se trouve appliqué, le second en prend. Pour ce qui est de cette espèce d'expériences avec la machine ».

[10] *La lettre XIV a* « titillation ».

[11] *La lettre XIV a:* « au conducteur métallique ».

[12] *La lettre XIV a:* « que vous lui aurez mise ».

[13] *Au lieu des mots soulignés, la lettre XIV a:* « assez ».

[14] *Au lieu des mots soulignés, la lettre XIV a:* « qu'il transmet ».

[15] *La lettre XIV ajoute:* « plus facile ».

[16] *La lettre XIV supprime les mots en italiques.*

[17] *La lettre XIV ajoute:* « comme j'ai déjà dit ».

[18] *La lettre XIV ajoute:* « pres que ».

[19] *La lettre XIV a:* « papilles nerveuses ».

[20] *Ici se termine la partie de cette lettre que* VOLTA *a répétée dans sa lettre du* 11 *octobre suivant.*

(*Note tratte da Bosscha Corr.*).

Digitized by Google

VIII (B).

DUE LETTERE A MARTINO VAN MARUM.

LETTERA SECONDA.

Como, 11 *Ottobre* 1792.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
Bosscha Corr. pg. 89.	Harlem. Soc. Holl. Sc. (*) Cart. Volt.: E 24 (**), F A II provv.

OSSERVAZIONI.

TITOLO:

DATA: da Bosscha Corr.

In Bosscha Corr. segue alla Lettera del V. un commento storico e scientifico.

(*) In Cart. Volt.: E 26 è la Copia del Mns. del V.

(**) E 24 è la minuta, mancante dell'ultima parte; F A II provv. un breve brano.

Digitized by Google

Digitized by Google

LETTERA SECONDA.

Monsieur

Une autre course que j'ai faite dernierement a retardé de quelques semaines la continuation de l'extrait de mes expériences sur l'électricité animale. Ne me rappellant pas précisement où j'en suis resté, je reprens la chose un peu en arriere: c'est un leger inconvenient qu'un peu plus de tems et de papier perdu; et je paye ainsi ma faute d'attention.

Venons aux expériences que j'ai faites sur ma langue [1].

.....

Que si elle soit trop peu abondante, comme lorsqu'au lieu de lames d'argent et d'étain on employe pour armures cuivre et fer ou d'autres metaux qui ne soient pas bien assortis pour cet effet, la saveur excité sur le bout de la langue ne sera pas plus vive que celle qu'on sent en tenant appliqué ce même bout au conducteur d'une Machine ordinaire qui joue mediocrement et pourra même être ou nulle ou peu sensible, surtout la saveur alcaline, beaucoup plus difficile à être aperçue.

C'est donc bien veritablement le fluide électrique, qui produit les sensations sur la langue, lors même qu'on se passe de toute électricité artificielle et de Machine, lorsqu'on ne fait qu'appliquer à cette même langue les deux armures métalliques d'étain et d'argent, et établir une communication entr'elles, la cause, dis-je, est la même, le même mouvement du fluide électrique, puisque les sensations sont les mêmes en tout point que celles qu'y produisent les courants électriques excités par la Machine ordinaire, n'y ayant que quelque différence accidentelle du plus ou moins, et on doit conclure, que c'est egalement une quantité considerable de fluide, qui s'écoule tout à fait doucement et continuellement d'une partie à l'autre. Auroit-on cru, que la simple application de métaux diférents pût occasionner un tel deplacement, une telle circulation de fluide électrique? Et comment est-ce que cela se fait? J'en dirai un mot ici après. Qu'on fasse reflexion en attendant à ce que je viens d'indiquer par le terme *métaux differents*, c'est là tout le secret.

Digitized by Google

Effectivement deux métaux de la même espece ne produisent point les sensations dont il s'agit, au moins d'une manière sensible; ainsi point de saveur sur la langue, point de convulsions dans aucun des muscles, si on y applique des armures de même metal, et d'une trempe et d'une surface égale. Au contraire je puis affirmer, qu'ayant essayé presque toutes les combinaisons de métaux différents, presque toutes ont produit plus ou moins d'effet (et quelque fois aussi deux métaux de la même espece ayant seulement quelque différence dans l'alliage, la trempe, la dureté, la rudesse ou politure des surfaces). Il y en a pourtant qui l'ont produit à peine sensible, comme celles d'or et d'argent, de cuivre et de fer, d'étain et de plomb. En general je crois pouvoir partager à cet égard les métaux en trois ordres, haut, moyen, et inférieur, en assignant au premier l'argent, l'or, la platine, le mercure; au second le cuivre et plusieurs de ses alliages, le fer et quelques demi-métaux; au dernier le zinc, le plomb, l'étain. Or l'effet est le plus grand, c-à-d. les contractions des muscles plus violentes, et la saveur de la langue plus forte, lorsqu'on employe pour armures un du premier ordre, l'autre du troisième, surtout argent et étain; et au contraire le plus petit lorsqu'on oppose deux métaux du même ordre, comme or et argent, étain et plomb, cuivre et fer, enfin on a un effet mediocre si on combine un métal de l'ordre moyen avec un autre soit de l'ordre inférieur, soit du supérieur; quoique dans ce dernier cas, p. e. avec cuivre ou fer d'un coté, et argent ou or de l'autre, l'effet est encore moins que mediocre: ce qui prouve, que les métaux que j'ai rangé dans le moyen ordre, le fer, le cuivre ec. s'approchent beaucoup plus du supérieur que de l'inférieur.

J'avoue qu'il est difficile de comprendre par quelle cause deux métaux de différente espece appliqués à deux parties externes de l'animal, même à deux muscles semblables, ou à deux endroits d'un seul et même muscle, troublent le repos du fluide électrique et le déterminent à passer sans cesse d'un terme à l'autre. Cela ne peut arriver que d'une de ces manières: ou qu'un des métaux tend à donner du fluide électrique, tandis que l'autre tend à en prendre aux parties qui leurs sont en contact; ou que tous les deux tendent à en soutirer, mais avec des forces respectivement inégales; ou enfin qu'ils tendent avec des forces inégales à en déposer dans les parties respectives, ce que je suis plus porté à croire. Par chacune de ces manières on conçoit très bien qu'il doit se faire un transport de fluide électrique d'une partie à l'autre, toutes les fois que les métaux qui touchent ces parties communiquent entr'eux, et comment il doit s'établir un courant continuel et d'une certaine rapidité si le corps auquel sont appliqués ces métaux étant lui même un bon conducteur (comme le sont dans notre cas les nerfs et les chairs vivantes imbibés d'humeurs, la langue ec.) le fluide électrique peut aisément repasser d'une partie à mesure qu'il s'y accumule, à l'autre qui s'épuise. Mais comprendra-t-on d'où vienne cette tendance des métaux, cette force de soutirer ou de donner du fluide

Digitized by Google

électrique à d'autres corps conducteurs, dans le temps que chacun en possede sa dose naturelle, et qu'il s'y trouve en équilibre, tendance d'ailleurs différente dans les différents métaux, comme nous devons la supposer? D' où vient donc que cet équilibre est troublé par le seul contact, sans le moindre frottement? Je dis sans le moindre frottement; et c'est là ce qui doit surprendre: car l'efficacité de ce moyen pour rompre un tel équilibre, et de faire passer le fluide électrique d'un corps à un autre, est une chose depuis longtemps connue. C'est-à-dire le fait est connu, mais nullement la cause, laquelle meritoit bien d'être étudiée plus qu'on n'a fait jusqu'ici. Mais c'est justement parce que le fait est trop commun, qu'on ne s'est pas beaucoup soucié d'en approfondir la cause.

Nous ne connaissons donc que l'effet, c-à-d. l'addition ou entassement de fluide électrique sur une des surfaces frottantes aux depens de l'autre (en quoi consiste l'électrisation des corps par frottement) et plusieurs circonstances qui modifient cet effet: entre autres qu'il depend surtout de la nature et qualité du corps employé à frotter tel ou tel autre corps, que celui-ci donne ou reçoive par l'acte du frottement du fluide électrique. Cela depend aussi des surfaces rudes ou polies, de la quantité relative de frottement, de chaleur, et d'autres circonstances, qui toutes peuvent faire changer les effets du blanc au noir; de sorte qu'il n'y a rien de si difficile quelquesfois, que de prévoir lequel des deux corps qui se frottent deviendra électrisé en plus, lequel en moins: mais il est toujours vrai en général, que plus que ces circonstances accidentelles la nature même et la qualité de ces corps influe à déterminer la chose. Or, pour nous rapprocher de notre cas, les experiences avoient déjà appris aux Physiciens, que les métaux mêmes différent beaucoup entr'eux à cet égard; les uns étant plus disposés à donner que les autres, de sorte qu'un ruban de soye, une plaque de resine, un bois seché au four, un papier ec., qui frottés par une lame d'or ou d'argent s'électrisent en *plus*, frottés par une lame d'étain ou de plomb s'électrisent en *moins*.

Cette différente disposition des métaux une fois établie, il est moins difficile de comprendre que, même sans frottement, une semblable rupture d'équilibre et accumulation du fluide électrique dans l'un corps aux depens de l'autre puisse avoir lieu, savoir par le simple contact et application des dits métaux à des conducteurs imparfaits; d'autant plus qu'on peut censer, que le frottement lui-même ne détermine un tel transport de fluide, qu'en tant qu'il procure un contact plus exact et plus multiplié des particules d'un corps avec celles de l'autre: on peut, dis-je censer, que ce qui arrive au fluide électrique ne soit qu'en vertu du contact des surfaces, par quelque changement que ce contact apporte aux forces mutuelles d'attraction entre les particules et le fluide, ou à l'élasticité de celui-ci ec. Ce qui est sûr est, qu'il n'y a pas besoin d'un frottement proprement dit; qu'une percussion ou pression quelconque

Digitized by Google

suffit: en effet j'étois déjà parvenu, il y a quelques années, à électriser sensiblement des plaques de verre et de resine parfaitement nettes et seches, en les posant le plus doucement possible sur un bain de mercure, ou sur des coussinets recouverts de feuilles métalliques aussi seches et nettes, et en les détachant avec la même legereté. Eh bien: les expériences d'aujourd'hui m'apprennent, qu'il n'est pas même besoin de pression sensible pour que les lames métalliques appliquées aux muscles, aux nerfs, ec. déterminent un semblable transport de fluide électrique, mais qu'il suffit de cette seule application, et que tant que cette application dure le fluide continue d'être poussé comme il le seroit par un frottement continué. Et qu'on ne croye pas, que cela ait lieu seulement lorsque ces deux métaux sont mis et restent en contact des substances animales, puisque mes ultérieures expériences, qu'il seroit trop long de rapporter ici, m'ont appris qu'il en est de même si on les met en contact d'autres déférents, e. g. de l'eau, d'un carton mouillé ec.

On peut donc conclure que le contact seul des métaux avec des corps conducteurs suffisamment bons, quoique inférieurs de beaucoup à eux, avec des corps nommés *non-électriques* opère sur ceux-ci ce qu'on croyoit ne pouvoir opérer que le frottement ou la percussion sur les non-conducteurs ou idioélectriques; et je crois au surplus, que justement pour de tels non-conducteurs, dans lesquels le fluide a beaucoup de peine à entrer de même qu'à sortir, le frottement est requis, comme moyen plus efficace, tandis qu'il ne l'est pas du tout pour les conducteurs suffisamment bons, où le fluide électrique pouvant se mouvoir avec beaucoup plus de facilité, la présence seule, le seul contact des métaux jouissant d'une force propre de lâcher le fluide électrique ou de l'attirer, suffit à produire l'effet, que rien ici n'empeche. Voila une découverte importante, d'autant plus qu'elle tend, si non à rendre une raison plus satisfaisante de la rupture d'équilibre et du trasnport du fluide électrique occasionné par le frottement lui-même, à generaliser un tel effet et à rectifier nos idées là-dessus.

Mais supposé que le simple contact soit dans les circonstances décrites équivalent jusqu'à un certain point au frottement, comme nous venons de l'expliquer, il se présente une autre difficulté très forte et qui semble renverser toute analogie: c'est que lorsqu'il s'agit de frottement l'or et l'argent sont plus disposés à donner du fluide électrique au corps frotté par eux, que l'étain et le plomb; tandis qu'ici où l'on se contente d'appliquer des lames de ces mêmes métaux aux substances animales, aux corps imbibés d'eau ec. c'est tout le contraire (comme il est prouvé par mes expériences sur la langue que j'ai décrites), puisque le fluide électrique coule de l'étain ou du plomb dans les points qu'ils touchent et passant tout de suite aux parties en contact de l'argent ou de l'or entre dans ceux-ci. À cela je ne sçais en vérité que répondre, si non, que comme la quantité du frottement change souvent les choses, et fait que, tout d'ailleurs égal tel corps qui donneroit par une plus foible pression en frottant, reçoive par une

Digitized by Google

plus forte, ou vice versa, une contrarieté semblable a lieu entre un frottement ou pression quelconque des susdits métaux, et leur simple contact sans aucune pression ou frottement.

Laissant les explications, qui nous conduiroient trop loin, tenons nous au fait. Le fluide électrique coule donc spontanément, dans les expériences qui nous occupent, de la lame d'étain ou de plomb aux parties de l'animal que cette lame touche, penetre dans ces parties jusqu'à une certaine profondeur, et s'avance vers celles qui se trouvent en contact de la lame d'argent ou d'or, passe dans cette autre lame, qui le transmet, supposé qu'il y ait bonne communication, à la lame d'étain, qui le dépose de nouveau doucement; c'est ainsi qu'il s'établit une circulation continuelle tant que les communications subsistent. Or si le courant de fluide électrique, qui penetre, comme je viens de dire, à une certaine profondeur dans les fibres animales, profondeur qui n'est pas grande, et assez seulement pour qu'il puisse se frayer un chemin plus libre d'une partie armée à l'autre, si, dis-je ce courant rencontre sur son passage des nerfs, voila qu'il les irrite (comme nous avons appris qu'il a eminemment cette puissance) et ces nerfs alors irrités excitent ou les sensations, ou les mouvements musculaires, suivant leur employ.

Je dis sensations ou mouvements musculaires suivant l'employ ou fonction propre des nerfs; car mes expériences sur la langue m'apprennent qu'un muscle paraîtra susceptible de toutes les contractions et mouvements volontaires, et même très-mobile, et le fluide électrique peut en le penetrant stimuler des nerfs très sensibles qu'il recele, sans pourtant y occasionner aucun mouvement si par hazard l'office de ces nerfs est tout autre, si ce sont des nerfs destinés uniquement aux sensations: Or tels sont ceux dont se trouve parsemée la langue surtout vers sa pointe. Voila pourquoi le seul effet, qu'y produit la vellication causée par le trajet du fluide électrique, est une sensation de saveur, et il n'arrive point de convulsion. Conformément à cette idée je pensai que les nerfs inservients aux mouvements volontaires de la langue se trouvant implantés à sa racine, si l'on l'arracheroit à un animal, et qu'on y appliquât une des armures métalliques à cette même racine, ou près de l'insertion des dits nerfs, on obtiendroit les mouvements vifs, dont la langue est susceptible, et l'expérience me réussit selon que j'avois prévu. Comme cette expérience est une des plus belles et de plus instructives, je vais la décrire un peu particulierement.

Ayant coupé à un agneau tout recemment égorgé la langue près de sa racine, j'appliquai une feuille d'étain près de cet endroit, et une cuiller d'argent à une de ses faces: ayant alors établi une communication, comme il faut, entre ces deux armures métalliques, j'eus le plaisir de voir la langue entiere tremousser vivement, elever surtout sa pointe se tourner et se replier de part et d'autre par secousses, et cela chaque fois que je faisois communiquer les deux armures. J'ai repeté cette expérience sur une langue de veau, que je

Digitized by Google

posai armée de la même manière de la feuille d'étain sur un plat d'argent pour qu'il fît l'office de l'âutre armure et le succès fût égal. Je l'ai repetée aussi sur la langue d'autres petits animaux, comme souris, poulets, lapins; et j'obtins presque toujours l'effet. Je dis presque, car quelquesfois il m'a manqué dans la langue des petits animaux, soit que la feuille d'étain ne fût pas appliquée convenablement, et à l'endroit juste, où les nerfs qui regissent les mouvements de la langue y ont leur insertion, soit que la langue refroidie eût déjà perdu sa vitalité, qui ne dure gueres long-tems dans les muscles des animaux à sang chaud, et particulièrement dans la langue.

Il y a donc une distinction bien marquée entre les *nerfs* qu'on peut appeller *nerfs de mouvement* et les *nerfs des sensations*; et les expériences que je viens de rapporter sur la langue montrent evidemment que quels sont les nerfs que le fluide électrique mis en mouvement par le contact de deux différents métaux parvient à irriter, quel est leur propre office, tels sont les effets qui en resultent, savoir le mouvement et la sensation. D'où l'on doit conclure par conséquence légitime, que l'action d'un tel courant de fluide électrique n'est pas d'irriter le muscle au point d'en exciter immédiatement les contractions, mais de donner jeu aux nerfs, de mettre leur action en exercice comme j'ai prouvé par d'autres arguments. En effet, s'il excitoit directement les fibres musculaires, pourquoi n'occasionneroit-il pas les mouvements dans la langue d'ailleurs si mobile, lorsqu'il en penetre la pointe, et traverse plus de la moitié de sa substance, sauve la racine. Mais elle n'est affectée que d'une sensation de saveur, conformément à la nature des nerfs, qu'il rencontre dans ce cas, qui sont les nerfs du goût.

Revenant à la circulation du fluide électrique que j'ai decrite ci-dessus, où j'ai fait voir comment il coule de la lame d'étain dans les parties animales ou autres conductrices, auxquelles cette lame se trouve appliquée, et pénétrant plus ou moins dans l'interieur il s'avance vers les autres parties couvertes par la lame d'argent, dans laquelle il entre, pour revenir moyennant l'arc conducteur à la dite lame d'étain, et continuer ainsi le tour, je ne crois pas inutile de rappeller la necessité pour cela des deux métaux différents. Que les deux armures en effet soient du même métal, de la même trempe et dureté, du même poli ecc., il n'y a pas de raison que l'une soit plus disposée que l'autre à faire passer du fluide électrique aux parties qui la touchent, ou à en soutirer, elles le seront toutes deux également, de sorte que tout au plus elles en donneront ou en prendront chacune un peu; mais il ne pourra assurement s'établir, les forces se contrebalançant des deux cotés, ce courant, cette circulation, qui a lieu seulement lorsque les deux armures étant différentes, sur-tout pour la qualité des métaux, une a plus de disposition à donner ou à recevoir que l'autre, si même la tendance naturelle d'une n'est pas de recevoir tandis que la tendance de l'autre est de donner: car dans chacun de ces cas on comprend également

Digitized by Google

que le fluide électrique poussé continuellement dans un sens selon la force prévalente, doit circuler sans cesse, pourvu que son cours ne soit point arrété par l'interruption des bons conducteurs.

Une autre chose que j'aime à rappeller est que la quantité de fluide électrique qui est mise en mouvement par ce moyen des armures différentes, n'est pas petite, comme on pourrait s'imaginer; qu'au contraire elle est très considérable si on juge par l'effet produit sur la langue, et par la quantité du même fluide qu'on est obligé de faire aborder au même organe avec la Machine électrique pour y produire un effet égal, savoir lui faire sentir la même saveur acide ou alcaline au même dégré d'intensité, comme j'ai fait remarquer déjà. Il est bien vrai que dans un cas comme dans l'autre le courant de fluide, tout abondant qu'il est, a si peu de rapidité, et déploye si peu de force et de tension, qu'il ne donne pas de signes à l'électrometre, et qu'il peut être aisément arreté par des mauvais conducteurs: en un mot c'est un courant riche, mais doux et paisible. Il faut pourtant qu'il ne soit pas trop lent, qu'il ne soit pas retardé davantage par des conducteurs interposés dans le circuit (comme seroient un bois, un drap, un cuir, et même un papier de la plus petite épaisseur, une membrane ec. ou seches, ou peu imbibés d'humeur) si l'on veut qu'il puisse chatouiller les nerfs au point d'exciter ou la saveur dans la langue, ou les contractions dans les autres muscles.

J'ai assez fait sentir, que ce courant électrique étant déterminé et entretenu par la différente tendance qu'ont différents métaux à dégorger le fluide électrique ou à le sucer lorsqu'ils se trouvent simplement appliqués à la surface d'un corps aussi bon conducteur, mais inférieur à cet égard, d'un de ces corps qu'on range parmi les non-conducteurs (laquelle différente tendance se manifeste de même lorsque les dits métaux frottent un corps de la classe des cohibents ou idio-électriques), j'ai, dis-je, assez fait sentir avec cela que le phénomene, dont il s'agit, n'est pas plus propre des organes ou substances animales vivantes que de tout autre corps, qui ait la condition indiquée de bon conducteur; et je l'ai formellement déclaré en indiquant pour exemple un drap et un carton mouillé. Mais exige-t-on que j'allegue des expériences? En voici quelques unes qui sont démonstratives. Je prens un verre d'eau et je plonge dans cette eau une lame d'étain repliée pour qu'elle se soutienne, sur le bord du même verre, ou si c'est une feuille mince, comme le papier qu'on dit argenté, au lieu de la plonger je l'étends sur une partie de la surface de l'eau. Ces choses ainsi disposées je trempe le bout de ma langue dans cette eau, à l'écart de la lame d'étain, et appliquant plus en arriere sur le plat de la même langue la partie convexe d'une cuiller d'argent, j'incline sa queue jusqu'au contact de la lame d'étain repliée comme je viens de dire sur le bord du verre: au même instant ma langue sent la saveur acide, et continue de la sentir tant que ce contact dure. Il est donc manifeste que le fluide électrique coule de la lame

Digitized by Google

d'étain sur l'eau, la traverse, et arrive à la pointe de la langue, y penetre et passe par elle jusqu'à l'endroit qui touche à la lame d'argent, laquelle le reçoit pour le transmettre de nouveau à la lame d'étain ec.. Il est presque inutile de faire remarquer que si on fait l'expérience inversement, c-à-d. avec la lame d'argent plongée dans l'eau, et celle d'étain appliquée au plat de la langue, le bout de la langue trempé dans la même eau sent, non pas la saveur acide mais l'autre acre et brulante, foible pourtant, ou il ne sent rien, si les deux métaux employés ne sont pas les meilleurs pour ces sortes d'expériences. Encore ici donc il est beaucoup plus aisé d'exciter la saveur acide que l'alcaline.

Pour procéder d'une autre maniere, je plonge dans une jarre d'eau une lame d'étain, et une d'argent separée de l'autre et qui débordent le vase, et ayant appliqué à la langue deux spatules, ou cuillers d'argent, une sur son plat, l'autre contre sa pointe, je fais toucher la premiere à la lame d'étain, et la seconde à la lame d'argent: tant qu'un seul de ces contacts entre les métaux a lieu, nulle sensation; mais si tôt que tous les deux s'accomplissent, la saveur acide se fait sentir à la pointe de la langue, qu'une de ces cuillers presse. Or cela n'est pas surement l'effet immediat des deux armures appliquées à la langue, puis qu'elles sont l'une et l'autre d'argent et tout-à-fait semblables, et que de telles armures égales sont absolument impuissantes, comme j'ai déjà expliqué, et comme on peut prouver, qu'en effet elles ne produisent rien, si on se contente de les faire simplement communiquer entre elles. L'impulsion au fluide électrique qui le détermine à circuler vient donc dans l'expérience dont il s'agit, des autres lames, qui touchent l'eau: c-à-d. il coule de la lame d'étain dans l'eau, passe à la lame d'argent qui s'y trouve également plongée, de celle-ci dans la cuiller, appuyée à la pointe de la langue ecc.

J'ai fait souvent une expérience égale appliquant la lame d'étain, et la lame d'argent à un drap ou à un carton mouillés, et le succès fut toujours le même, seulement la sensation était plus foible à mesure que ces corps se trouvoient moins imbibés d'eau, et nulle, s'ils n'étoient point mouillés, mais seulement humides.

Encore un mot sur la saveur excitée dans la langue par le contact de deux métaux. Le moyen le plus aisé de sentir cette saveur est d'appliquer une petite bande de feuille d'étain à travers d'une lame d'argent par ex. d'une monnoye, et de porter le bout de la langue sur le confin des deux métaux. On est surpris de ne sentir rien ou presque rien en touchant du bout de la langue soit l'argent, soit l'étain seul, jusqu'à ce qu'arrivé à les toucher tous les deux ensemble, on sent justement dans ces points d'union une très-forte acidité (car des deux saveurs l'acide l'emporte dans cette expérience). Et ne doit-on pas repeter d'une semblable cause l'espece de saveur piquante qu'on trouve à l'eau, et celle qui relève le goût de la bierre ecc. en buvant ces liqueurs dans

Digitized by Google

de vases de métal, et la dernière particulierement dans l'étain? Ce qui est certain c'est, que les métaux mettent en mouvement le fluide électrique non seulement étant appliqués à des substances animales, mais à d'autres conducteurs suffisamment bons, à l'eau, aux corps mouillés, ecc. comme je viens de montrer; or il est plus que probable, que s'il faut justement deux métaux d'espèce différente afin qu'il s'établisse un courant du fluide assez grand pour exciter sur la langue une saveur forte, un seul métal puisse déjà faire quelque chose, comme seroit d'agiter le fluide électrique au point de chatouiller un peu la dite langue. Delà, je crois, cette legere saveur plus ou moins perceptible qu'on sent à chaque métal en le touchant simplement du bout de la langue, et qu'on appelle saveur métallique: c'est au fond la même expérience que celle des deux métaux, mais infiniment plus imparfaite; on approche un peu plus de la perfection lorsque la langue touche au métal et à l'eau ou autre liqueur en buvant dans un vase métallique; et beaucoup plus encore en faisant l'expérience ci-dessus de plonger une lame métallique dans l'eau d'un verre, y tremper le bout de la langue et avec une autre lame de métal différent toucher le plat de la langue et la lame plongée.

J'aurai encore, Monsieur, pour une troisieme lettre [2], qui ne sera pourtant pas si longue. Ce qui reste est peut-être le plus important, s'agissant de decider si après toutes ces expériences qui ne prouvent nullement une véritable et propre électricité animale, qui dépende réellement des forces vitales, et de l'organisation, mais simplement une électricité artificielle excitée par un moyen qui n'était pas connu, si, dis-je, une telle électricité animale proprement dite existe comme je soutiens, et sur quelles expériences on peut l'établir. Je suis, Monsieur, avec toute l'amitié

Votre ec.

A. VOLTA.

à Come ce 11^{me} 8^{bre} 1792.

Ecrivez moi dorénavant à Pavie.

A Monsieur.

Monsieur le docteur VAN MARUM. Membre de plusieurs Académies et directeur du Musée de Teyler. *Hollande, à Harlem.*

Digitized by Google

NOTE DELLA COMMISSIONE

ED AGGIUNTE TRATTE DAI MANOSCRITTI DI A. VOLTA

[1] *Ici* VOLTA *répète presque textuellement la dernière partie de la lettre précédente. Dans notre texte de cette dernière nous avons indiqué, ou ajouté dans des notes, les variantes ou amplifications que donne la lettre du* 11 *octobre. La réproduction dans celle-ci de ce qui avait déjà été écrit dans la lettre du* 30 *août se termine aux mots:* « ait peu de vitesse ». *La concordance presque parfaite des deux textes fait voir que* VOLTA *a copié la lettre du* 30 *août d'une minute plus étendue, et comme dans la lettre du* 11 *octobre il dit avoir été en voyage pendant quelque temps, il est très probable que le* 30 *août* 1792 *il connaissait tous les faits remarquables, dont il rend compte à* VAN MARUM *dans la présente lettre.*

[2] *Cette troisième lettre n'a pas été envoyée par* VOLTA *à* VAN MARUM, *les réponses de* VAN MARUM *aux lettres XIII et XIV* [*] *n'étant pas parvenues à* VOLTA.

(*Note tratte da* BOSSCHA *Corr.*).

[*] *Cioè le due lettere qui pubblicate.*

Digitized by Google

IX.

NUOVE OSSERVAZIONI SULL' ELETTRICITÀ ANIMALE.

COMUNICATE DAL SIG. CAV. D. ALESSANDRO VOLTA.

Novembre 1792.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
Br. Giorn. 1792. T. IV. pg. 192. Am. Op. sc. T. XV. 1792. pg. 425. Ant. Coll. T. II. P. I. pg. 163. Traduz. ted. Mayer. Prag. 1793.	Cart. Volt.: J 12 β.

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da Br. Giorn.

DATA: quella del fascicolo del Br. Giorn. in cui è comparso questo scritto.

J 12 β è una minuta abbastanza accurata con qualche variante.

Digitized by Google

Digitized by Google

NUOVE OSSERVAZIONI
SULL' ELETTRICITÀ ANIMALE.

COMUNICATE DAL SIG. CAV. D. ALESSANDRO VOLTA.

Non avendo tutta in pronto la terza Memoria sull'Elettricità animale, voglio frattanto anticipatamente far parte a Voi e al Pubblico di alcune cose, che ho nuovamente scoperte.

Ho trovato, che il carbone di legna ben cotto, è pur esso eccitatore e motore di elettricità al pari de' metalli, e che anzi sta sopra di tutti, e fin sopra dell'argento che io aveva posto in cima, di maniera che il più vivo sapore, che mai possa eccitarsi sulla lingua non è più collo stagno e l'argento, ma collo stagno e il carbone. Così parimenti, è lo stesso carbone superiore all'argento, all'oro, ed agli altri metalli, molto più trattandosi di eccitare in vece del sapore sulla lingua, le contrazioni e moti negli altri muscoli.

Sono poi giunto ad eccitare anche la sensazione della luce coll'istesso artificio delle armature metalliche dissimili, con cui si eccita il sapore. Ecco come procedo: applico al bulbo dell'occhio l'estremità di una listerella di foglia di stagno (ottima è la carta stagnata, detta impropriamente carta d'argento); e pongo in bocca una moneta od un cucchiaio d'argento; indi adduco al contatto i due capi metallici; ciò basta perchè nell'istante medesimo, e ad ognivolta che rinnovo un tal contatto, io abbia la sensazione di un chiarore, o lampo passeggiero, più o men vivo, secondo che stan meglio applicate le due armature metalliche, e secondo che chiudo a dovere le palpebre, o mi truovo più all'oscuro. Questa sensazione è sicuramente prodotta dal fluido elettrico, che trascorrendo dalla parte anteriore dell'occhio, cui sta applicato lo stagno, alla posteriore, e quindi alle parti della bocca che combaciano l'argento, investe nel suo passaggio la retina, e ulteriormente un più o men lungo tratto del nervo ottico, e lo stimola. L'esperienza riesce meglio assai, applicando lo stagno ad un occhio, e l'argento all'altro, invece di porlo in bocca, venendo per tal modo anche le retine affette. Ma per evitare di far male ad una parte cotanto delicata, quale è

Digitized by Google

l'occhio, col contatto immediato dei metalli, ho pensato di far queste prove in altro modo, e sonovi riuscito con buon esito, anzi migliore, premendo il nudo bulbo con un piumacciuolo ben inzuppato d'acqua tiepida, e ad esso piumacciuolo tenendo applicata la lamina metallica. Ho fatta l'esperienza in diverse altre maniere, sostituendo pur anco il carbone all'argento, con egual successo. La più bella e curiosa però è di applicare la foglietta di stagno alla punta della lingua, ed al piumacciuolo sopra l'occhio la lamina di argento: con che si hanno, all'istante che viene a farsi la comunicazione d'ambi i metalli, le due sensazioni distinte, una del solito sapor acido sulla lingua, e l'altra del chiarore nell'occhio.

Ho tentato se mi riuscisse di eccitare cogli stessi artificj anche i sensi dell'Odorato e dell'Udito, ma finora inutilmente.

Da tutte queste sperienze, in cui si eccitano le sensazioni di luce, e di sapore, come pure dalla massima parte di quelle, in cui si destano vive e forti contrazioni ne' muscoli, non si può certamente trarre argomento di una vera Elettricità animale, cioè propria degli organi, i quali mostransi anzi meramente passivi, ed attivi in vece i metalli, qualunque volta questi essendo di specie, o per altra qualità diversi, e trovandosi applicati a parti umide, e combaciandole a dovere, ne smovono il fluido elettrico, e lo traggono, se pur hanno comunicazione tra loro, in giro. Ho fatto delle prove, che dimostrano un egual trasporto di fluido elettrico, venendo i metalli dissimili applicati a tutt'altri corpi che animali, però a sostanze umide, come carta, cuoi, panni ecc. inzuppati d'acqua, e meglio all'acqua medesima. È dunque fin qui tutto effetto di un tal combaciamento di metalli, nelle quali circostanze non sono già essi semplici *deferenti*, come in altre, ma veri *motori* ed *eccitatori* di elettricità: e questa è una scoperta capitale. Resta a sapere, se in alcun caso possano attribuirsi le contrazioni e moti muscolari, eccitati negli animali preparati e tentati alla maniera del Sig. GALVANI, ad un'elettricità propria degli organi, ad uno sbilancio naturale di fluido ne' medesimi, come ho creduto io pure da principio, ma ora ne dubito fortemente. Più m'avvanzo nelle sperienze, e più crescono questi dubbj, a segno che oramai son persuaso non venir mai da azione propria degli organi, o da alcuna forza vitale concitato e mosso il fluido elettrico, e tendere a trasportarsi da una ad altra parte dell'animale, ma essere a ciò determinato e costretto in virtù di una spinta che riceve ne' luoghi combaciati dai metalli, e che da una parte lo caccia e incalza, dall'altra lo tira: son, dico, oramai persuaso di questo, massime osservando che nulla mai, o quasi mai non si ottiene senza il contatto di qualche metallo, anzi di due diversi di specie, o in qualche altra cosa dissimili, cioè per durezza, politura, lucidezza ecc., onde son condotto a conghietturare, che quando pure si ottiene qualche convulsione e moto, anche col contatto di due metalli, che sembrano in tutto eguali (la qual cosa è rarissima, e solo accade talvolta ne' primi momenti dopo la preparazione.

Digitized by Google

quando la sensibilità de' nervi è somma) l'effetto sia dovuto anche allora a qualche impercettibile differenza fra essi metalli.

Se la cosa è così, che resta più dell'Elettricità animale pretesa da GALVANI, e dimostrata come parea dalle sue bellissime sperienze? Nient'altro che la prodigiosa eccitabilità de' nervi inservienti alle sensazioni, e ai moti, massime volontarj, per lo stimolo del fluido elettrico messo in corrente da cause esterne; che vuol dire una disposizione meramente passiva riguardo ad una elettricità sempre estranea, ossia artificiale; di cui si risentono in qualità, diciam così, di semplici *Elettrometri;* come infatti, sono Elettrometri di una nuova specie, incomparabilmente più sensibili d'ogni altro Elettrometro.

Digitized by Google

Digitized by Google

X.

MEMORIA TERZA
SULL' ELETTRICITÀ ANIMALE

DEL SIG. DON ALESSANDRO VOLTA

COMPRESA IN ALCUNE LETTERE

LETTERA Ia AL SIG. ALDINI PROFESSORE A BOLOGNA.

24 *Novembre* 1792.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
Br. Giorn. T. I. (anno VI). 1793. pg. 63. Ant. Coll. T. II. P. I. pg. 177. Am. Op. sc. Tomo XV (1792).	Cart. Volt.: F 49; **J 6**; J 9; J 10; J 21 α; J 23; L 9; F 50.

OSSERVAZIONI.

TITOLO: Da Br. Giorn. ed L 9. A questa lettera non fecero seguito le altre per quanto preannunziate anche in fine di questa.

DATA: del V.

F 49 è la lettera dell'Aldini citata in principio della Memoria sul verso della quale trovasi un brano di minuta del V.

J 6 è un foglio intero contenente un'aggiunta notevole nella quale il V. si affretta ad interpretare secondo le sue teorie l'esperienza del Fontana.

J 9 e J 21 α sono fogli staccati di minuta che pare si colleghino a questa Memoria trattandovisi di esperienze sulla lingua.

J 10 contiene vari brani ripetuti di prime minute.

J 23 è la minuta del principio d'una « Aggiunta » a questa Memoria (Vedansi *Note ed Aggiunte* in fine).

L 9 è una minuta quasi conforme al testo pubblicato.

In Cart. Volt. F 50 è la lettera dell'Aldini per congratulazione e incitamento a continuare gli studi, dalla quale si trae l'Annotazione di cui al § 8.

Digitized by Google

Digitized by Google

MEMORIA TERZA
SULL' ELETTRICITÀ ANIMALE.

24 *Novembre* 1792.

Ricevei due settimane sono al mio arrivo in Pavia il pregiatissimo foglio di V. S. Illustrissima de' 22 Ottobre, in cui mi avvisa, che dal libraro Marelli di Milano mi verrebbe quanto prima trasmessa una copia della ristampa dell'Opuscolo di GALVANI, cui sono aggiunte varie annotazioni di lei, ed una sua Dissertazione (*a*). Questo libro non mi è pervenuto ancora; ma ho potuto leggerlo per bontà del mio amico e collega Ab. SPALLANZANI, che me lo ha prestato; e molto piacere ho avuto nello scorrere sì quelle note, che la Dissertazione sua, erudita non solo, ma elegantemente scritta. Ella poi fa troppo onore ai miei piccioli ritrovati: di che le rendo umilissime grazie; siccome pure al dottissimo e gentilissimo di lei Zio Dr. GALVANI, per i saluti che mi manda, e pel conto in cui egli tiene me, e le poche cose mie.

§ 1. Non so s'Ella abbia vedute e lette per intiero le mie due Memorie sull'Elettricità animale pubblicate nel *Giornale Fisico-Medico* del Dr. BRUGNATELLI. L'ultima parte della seconda Memoria non era ancora uscita, quando V. S. Illustriss. pubblicò colla nuova edizione del Commentario di GALVANI la sua dissertazione e le note. In quella parte io son tutto a provare, che su' nervi, e sopra essi soli agisce direttamente l'elettricità, sia artificiale blanda, sia propria animale; che non è punto necessario che il fluido elettrico trascorra per la via di quelli fino ai muscoli; molto meno che siegua alcuna scarica tra nervo e muscolo, o tra l'interna e l'esterna faccia di questo, come opina il lodato Autore: che basta che il nervo solo venga stimolato da esso fluido, il quale ne attraversi

(*a*) *Aloysii* Galvani ecc. *De Viribus Electricitatis in Motu Musculari. Commentarius. Cum Joannis* Aldini *Dissertatione et notis. Accesserunt Epistolae ad animalis Electricitatis theoriam pertinentes.* Mutinae MDCCXCII.

Digitized by Google

anche solo un brevissimo tratto, perchè eccitata di tal nervo l'azione, produca egli poi da sè (in qual modo confessiamo pure di non saperlo) la contrazione del muscolo soggetto: che insomma il fluido elettrico non è causa *immediata*, nè anche in qualità di stimolo, dei moti musculari, ma *mediata* soltanto, causa occasionale e rimota, terminandosi la sua azione propria a stimolare ed eccitare i nervi. Se la cosa è così, come le osservazioni addotte nella citata mia Memoria, e molte altre concorrono a provare, la teoria e le spiegazioni di GALVANI, ch'Ella si studia di appoggiare, cadono in gran parte, e tutto l'edificio minaccia rovina. Restano però sempre i materiali, che sono i bellissimi ritrovati delle di lui sperienze originali, e le nuove scoperte, cui quelle prime han dato occasione; sì, restano cotai preziosi materiali per un'altra fabbrica, se non più bella, almeno più consistente, che si potrà innalzare.

§ 2. Tralle moltissime sperienze, le quali mostrano, che tutto il giuoco è dei nervi, e che basta per mettere in contrazione i muscoli, e muovere tutto un membro, che una debole corrente di fluido elettrico invada pochi punti del nervo reggitore, e una porzione soltanto di lui, anche picciolissima, ne comprenda nel suo giro, lasciando in disparte il resto di esso nervo, e molto più il muscolo o muscoli dipendenti; tralle moltissime sperienze, dissi, che ciò dimostrano, parecchie ne ho io descritte già nella citata Memoria seconda dal § 54 al 60, e alcune altre dell'istesso genere, che la semplicità rende ancora più rimarcabili, mi permetta ch'io le ponga qui sott'occhio.

Snudato uno, od ambedue i nervi crurali della rana, o l'ischiatico di un agnello, o di altro animale, tocco e premo il nervo coll'orlo di una lastra d'argento o d'oro, es. gr. una moneta; e vedo che nulla succede (eccitasi per avventura qualche convulsione e moto degli arti ne' primi momenti quando il nervo scoperto è ancor tanto sensibile, che si risente ad ogni urto e toccamento; ma presto non dà più segno alcuno toccato e compresso come che sia: e in tale stato è che io lo tento co' mezzi, che vado a descrivere): lo tocco e premo coll'orlo di una lastra di stagno; e nulla parimente osservo: lo tocco finalmente cogli orli congiunti d'ambe le lamine: ed ecco che si eccitano fortissime contrazioni nei muscoli della gamba, la quale si scuote e sbatte furiosamente. Toccando nell'istesso modo la punta della lingua, si sente un vivo sapore, che lambendo sia l'uno, sia l'altro metallo separatamente, punto non si sente: quale sperienza fui molto sorpreso di apprendere, ch'era già stata riportata da SULZER. Cotali prove sopra i nervi possono variarsi in più modi, ed uno de'più belli è, tenendo premuto il nervo colla moneta d'argento, d'applicare a questa un pezzetto di lamina o foglia di stagno, e strisciandovela sopra giungere fino al contatto del nervo medesimo: al momento che si arriva a questo doppio contatto, ecco le contrazioni veementi de' muscoli, le quali si rinnovano se a riprese si ripete la prova, oppur si sostengono lunga pezza senza quasi intermissione, se il doppio contatto si mantiene; non altrimenti che continua a sentirsi nelle prove

Digitized by Google

analoghe il sapore sulla lingua: più poi che col continuo contatto de' due metalli giungono al sommo le convulsioni spasmodiche e presentano uno de' più forti *tetani*, se rimanendo un solo metallo constantemente applicato al nervo, l'altro si stacca a brevi istanti, e ritorna a toccare, e ciò più volte di seguito con qualche celerità. Invece di foglietta semplice di stagno adopero sovente di quella carta, che chiamano impropriamente d'argento, e che è carta coperta di foglio di stagno (la quale incontrandosi ben lucida e di buona qualità suole fare meglio delle lamine di stagno ordinario), osservando bene che cotesta foglia tocchi immediatamente la lastra o moneta d' argento, siccome pure che il nervo (o la lingua, nelle sperienze sopra di lei) venga toccato da essa foglia di stagno lucente, e non dalla sola carta nuda, come accader può se per avventura prenda questa una non buona piega. Io dunque per essere più sicuro del fatto duplico la carta ripiegandola in modo, che la faccia metallica resti tutta all'infuori, e alla moneta d'argento l'applico in guisa, che ne resti la piegatura (non acuta ma bene alquanto tondeggiante) rivolta verso il nervo; onde poi facendola scorrere abbasso ne lo tocchi essa foglia metallica in più punti, e venga a meglio combaciarlo.

§ 3. In tutte queste sperienze è pur chiaro, che i soli nervi sono affetti, anzi pure pochi punti de' medesimi lo sono nel brevissimo tragitto, che fa il fluido elettrico, dal luogo ove il nervo combacia lo stagno, all'altro vicinissimo ove combacia l'argento; e che di questa qualsiasi corrente elettrica son causa originaria i metalli medesimi, per essere diversi: essi cioè sono in un proprio senso *eccitatori* e *motori*, mentre l'organo animale, i nervi medesimi non sono che *passivi*. Or questi nervi vellicati in tal modo dal fluido elettrico, se sono quelli sulla punta della lingua inservienti al gusto, nasce corrispondentemente una sensazione di sapore (*b*); se quelli invece che influiscono direttamente sulle contrazioni muscolari e moti degli arti, come i nervi crurali, brachiali ecc., eccitansi, giusta il loro officio, queste contrazioni e moti: eccitansi, dico, non già perchè il fluido elettrico scorra fino ai muscoli flessori ed elevatori, che ciò non ha luogo in tali nostre prove, limitandosi il suo trascorrimento, come si è detto, e come manifestamente appare, ad una porzioncella solamente di que' nervi; ma per una virtù ed azione propria di detti nervi, che i muscoli tutti inservienti ai moti volontarj regge e governa in modo, che stimolati essi nervi, vengono, per consenso, dirò così, giacchè il come non s'intende ancora, stimolati codesti muscoli, e messa in giuoco la loro irritabilità.

§ 4. Ho detto, che mi fece non poca sorpresa il trovare, che fosse già da tanto tempo conosciuta l'esperienza del sapore agro eccitato sulla lingua,

(*b*) Se quelli (aggiungasi pure) di un altro senso, cioè della vista, eccitasi una sensazione di luce: come ho scoperto poco dopo scritta questa lettera, e ne ho già fatto parte al Pubblico.

Digitized by Google

quando alla sua punta si applicano insieme i bordi di due lamine, una di piombo, l'altra d'argento, congiunte appunto bordo a bordo. Questa sperienza riferita da SULZER, son più di 25 anni (*c*), mi era affatto sconosciuta, e ne deggio la notizia a V. S. Ill., che nella sua Dissertazione ne fa menzione al § 21 recando il passo dell'Autore quasi per intiero. Or questo amabile Filosofo Svizzero e celebre Accademico di Berlino, che ho avuto la sorte di conoscere e trattare amichevolmente negli ultimi anni della sua vita, tutt'altra idea si era fatta in quelle sue metafisiche e fisiologiche speculazioni, e tutt'altra spiegazione volle darci del fenomeno, come apertamente si rileva dal suo passo intiero (*d*); e non ebbe neppur sospetto, che ne fosse cagione il fluido elettrico mosso pel contatto di que' metalli dissimili, e trascorrente dai punti della lingua combaciati dall'uno ai punti combaciati dall'altro, come io ho scoperto e dimostrato. Altronde quella sola sperienza che si conobbe prima delle mie scoperte, e fatta in quella sola maniera, giacchè non si truova che fosse mai variata, è una delle cento che io fo in altrettanti modi diversi: nè da quella pure ho cominciato, come sembra che Ella supponga; mentre anzi fu delle ultime, a cui giunsi per una serie di altre molte suggeritemi mano mano dall'applicazione de' miei principj.

§ 5. Cominciai dunque dall'adattare un largo pezzo di foglietta di stagno alla punta della lingua, e più indietro sul dorso della medesima, e vicino alla sua radice una moneta d'argento: quali armature metalliche facendo poi comunicare per mezzo di un arco di fil d'ottone, od altro metallo qualunque, eccitavasi tosto sulla punta della lingua il sapore acido assai vivo. Fu questa la prima scoperta, a cui aggiunsi tosto l'altra del sapore affatto diverso, cioè acre, urente, e se non decisamente alcalino, tirante all'alcalino, che si sente (più difficilmente però, essendo d'ordinario assai più debole, e sovente impercettibile) quando si fa l'esperienza inversamente, con applicare cioè alla punta della lingua l'argento, e lo stagno al dorso, o ad altra parte della medesima (*e*). Ora riflettendo, che quel filo d'ottone, od altro intermedio metallo, ch'io impiegava a modo d'arco con-

---

(*c*) *Nouvelle Théorie des Plaisirs*, par Mr. SULZER, *avec des Reflexions sur l'Origine du Plaisir*, par Mr. Kaestner. 1767.

(*d*) « Cette supposition paroit confirmée par une expérience assez curieuse. Si l'on joint « deux pièces, l'une de plomb, et l'autre d'argent, de sorte que les deux bords fassent un même « plan, et qu'on les approche sur la langue, on en sentira quelque goût, assez approchant au goût « de vitriol de fer; au lieu que chaque piece a part ne donne aucune trace de ce goût. Il n'est pas « probable, que par cette jonction des deux métaux, il arrive quelque solution de l'un ou de « l'autre, et que les particules dissoutes s'insinuent dans la langue. Il faut donc conclure, que la « jonction de ces métaux opere dans l'un ou l'autre, ou dans tous les deux, une vibration dans « leurs particules, et que cette vibration, qui doit nécessairement affecter les nerfs de la langue, « y produit le goût mentionné ». Op. cit., Part. III, in una nota.

(*e*) Vegg. la citata seconda Memoria verso il fine.

Digitized by Google

duttore, non era altrimenti necessario, potendo compiere un tal officio, ossia servire alla richiesta comunicazione delle due armature, un capo della stessa lamina d'argento, o della stessa lamina di stagno, prolungato fino al mutuo contatto, m'appigliai ben tosto a questo comodo spediente, ora in una or in un'altra maniera; ora es. gr. applicando al dorso della lingua la parte larga e convessa di un cucchiajo d'argento, e venendo quindi giù a toccare col suo manico la foglia di stagno posta sulla punta della lingua; ora ripiegando addosso al cucchiajo la stessa foglia di stagno, o carta così detta d'argento, applicata alla punta della lingua in modo, che un lungo pezzo ne sopravvanzava; ora altrimenti. Facendo e rifacendo in varie guise queste sperienze, ebbi occasione di osservare, che posta un'armatura sulla punta della lingua, poteva porsi l'altra anche vicinissima sulla lingua medesima, sulle gengive, o sull'interior delle labbra; e che non era neppur necessario, che fossero tali armature estese molto, bastando anzi il combaciamento di pochi punti: conforme a quanto trovato già avea, che bastano picciolissime armature dei soliti stagno e argento, o di altri metalli, purchè diversi tra loro, poste sopra un nervo, ed anche sopra un nudo muscolo, e confinanti lembo a lembo, non che vicine l'una all'altra, bastan, dico, tali picciolissime e prossime armature, ove s'induca la necessaria comunicazione tra loro mediata od immediata, ad eccitare le contrazioni ecc.. Così dunque anche sulla lingua mi riusciva benissimo l'esperimento del sapore, adoperando qual si fosse picciola moneta od altra piccola laminetta, d'argento, d'oro, di rame od ottone, se toccando con questa laminetta in qualunque maniera pochi punti della nuda lingua ai confini dell'armatura di stagno o di piombo ricoprente similmente pochi punti dell'apice di essa lingua, veniva finalmente a far toccare un metallo coll'altro. Allora mi suggerì di far la prova con sovrapporre ad una lamina d'argento una listerella di foglia di stagno, oppur della solita carta inargentata a falso, e così applicata tal listerella sulla lamina d'argento, o bordo a bordo, o in linea trasversale, portare la punta della lingua e premerla alquanto contro ambedue i metalli su quella linea di confine, sicchè alcuni punti di essa lingua combaciassero lo stagno, alcuni l'argento; e il successo corrispose all'aspettazione: cioè sentij vivissimo il sapore acido (*f*). Ecco dunque come venni, dopo una serie di tentativi, a coincidere coll'antica sperienza riportata da SULZER, la quale sperienza unica, ed isolata, non essendo neppure a mia cognizione, come già dissi, non ha potuto darmi alcun lume.

(*f*) Dovrebbe per parte dell'argento sentirsi anche l'altro sapore alcalino; ma sendo questo in confronto assai più debole, come ho poco sopra accennato e lo avea già fatto osservare in fine della seconda Memoria (inserita nel *Giornale Fisico-Medico* del Dr. BRUGNATELLI), non si distingue, e domina solo quello che prevale, cioè il sapor acido per parte dello stagno.

Digitized by Google

§ 6. Ella riconosce citando codesta sperienza, ch'io sono stato condotto alle mie tanto più estese ed alla spiegazione delle medesime affatto diversa dall'antica di SULZER, mercè di altri principj e di altre congetture. Non è però quello ch'Ella suppone il raziocinio, che mi ha spinto e guidato in tale indagine (*g*): cioè, che i nervi uniti a' corpi deferenti effondano l'elettrico vapore, il quale ove venga restituito ai muscoli, a'quali tende, ecciti qualche contrazione, od impressione. Che però fossero a cercare nell'uomo de' nervi, che presentandosi quasi allo scoperto, facilmente armar si potessero con lamina metallica: quali nervi offre appunto la lingua ecc. No, non fu questo il mio raziocinio, nè tale potea essere, dacchè considerando io le armature, ogni qual volta sono di due metalli diversi, non più quai semplici conduttori, ma quai veri eccitatori e motori del fluido elettrico, teneva che *passivi* soltanto fossero gli organi animali, e le parti loro contigue o vicine a quelle armature dissimili: che niuna mossa cioè dessero per sè stessi nè i nervi nè i muscoli al fluido elettrico; ma bene i metalli per propria virtù e forza spignendolo o tirandolo, e sì l'uno più dell'altro, per essere di specie diversa, es. gr. stagno e argento, nè lo venissero a togliere dal naturale equilibrio e riposo, e a mettere in corso.

§ 7. Ciò sembra indubitato per tutte quelle sperienze almeno, in cui, come scopersi son già molti mesi e pubblicai nelle già citate due Memorie, si ottengono i moti muscolari senza denudare alcun nervo, con applicare ai muscoli soli eziandio compagni, e finanche a due parti dell'istesso muscolo le armature dissimili, e farle quindi immediatamente, o coll'interposizione di un terzo metallo comunicare. Sembra, dissi, indubitato per tutte queste sperienze: giacchè per le altre fatte collo snudare ed isolare i nervi alla maniera di GALVANI, ed indurre poi per mezzo di un arco conduttore una comunicazione tra essi e i muscoli dipendenti, è ancora indeciso, e a mio parere molto dubbio, se ciò che V. S. Ill. crede col prefato autore succedere in tutti i casi, accada pur qualche volta, ne' primi momenti, p. e. dopo la preparazione, fintanto che le forze vitali sono ancora nel lor pieno vigore, cioè che il trascorrimento del fluido elettrico, onde sono occasionati i violenti moti musculari, provenga realmente da una scarica di esso fluido, il quale sovrabbondi o dalla parte dei nervi, o da quella dei muscoli, e tenda quindi per propria forza a ristabilirsi. Dico *qualche volta, e ne' primi momenti*, quando cioè si eccitano le convulsioni e moti, anche toccando con metalli dell'istessa specie di qua i muscoli, di là i nervi, e fin talora toccando questi soli con un solo metallo. Perchè poi quando (il che succede dopo pochi momenti, e dura in seguito assai più lungo tempo) è necessario per ottenere le contrazioni e moti musculari ricorrere ai diversi metalli od armature dissimili, gli è allora pure da credersi, e io tengo per certo,

(*g*) Vegg. la Dissertazione di Aldini § XXI.

Digitized by Google

che da codesti metalli mova originariamente l'elettricità, e che gli organi animali sieno qui pure meramente passivi, come sopra si è detto. Tale è la mia costante opinione per questi casi anche dei nervi snudati, cui sia necessario, per eccitare le solite convulsioni, far che combacino un metallo diverso da quello che combaciano i muscoli; checchè ne sia di quei pochissimi casi, ne' quali servono anche metalli od armature, che ci sembrano simili; ma forse non lo sono intieramente (intorno a che molte osservazioni potrei qui fare, ma le riservo ad altro luogo): tale ella è per tutti gli altri casi senza eccezione, in cui si ottengono i moti de' muscoli applicando ambedue le armature, sempre però di metalli diversi, ad alcuna loro parte esterna senza mettere allo scoperto alcun nervo, senza armare nervo e muscolo separatamente alla maniera di GALVANI: e tale pur era fin prima che stendessi la mia seconda Memoria *sull'Elettricità animale*, che venne poi inserita ne' due quaderni di Giugno e Luglio del giornale *Fisico Medico* di Pavia.

§ 8. Fu dunque ben diverso il raziocinio e il filo, che mi condusse alle nuove sperienze sulla lingua da quello, che V. S. Ill. mi attribuisce [1]; e fu quest'altro cavato per sola analogia dalle antecedenti mie sperienze, indipendentemente da qualsiasi spiegazione. Non le dispiaccia pertanto ch'io glie lo esponga, come l'esposi in una lettera scritta in francese nel passato Agosto al Sig. TIBERIO CAVALLO per essere presentata alla Società Reale di Londra.

« Etant parvenu à exciter des convulsions toniques, et les mouvements « les plus forts dans les muscles, et dans les membres, non seulement des petits, « mais des grands animaux, sans découvrir aucun nerf, et par la simple appli- « cation des armures de différents métaux aux muscles denués des intéguments; « je pensai bien-tôt si on ne pourroit pas obtenir la même chose dans l'homme. « Je conçus que la chose réussiroit très bien dans les membres amputés. Mais « dans l'homme entier et vivant comment faire? Il auroit fallu aussi ôter les « intéguments, faire des incisions profondes, emporter peut-être même une « partie des chairs aux endroits sur lesquels on alloit appliquer les lames mé- « talliques, comme j'ai fait remarquer, que je dois faire souvent aux parties « charnues des grands animaux etc.. Heureusement il me vint dans la tête, que « nous avons dans la langue un muscle nu, depourvu au moins des intéguments « épais dont sont couvertes les parties extérieures du corps, un muscle assez « humide, très-mobile d'ailleurs, et obéissant aux ordres de la volonté. Voilà « donc, me disois-je, toutes les conditions requises pour pouvoir y exciter des « vifs mouvements par l'artifice ordinaire des armures différentes. Dans cette « vüe je fis sur ma propre langue l'expérience suivante.

« Ayant revêtu la pointe de la langue, et une partie de sa face superieure « dans l'étendüe de quelques lignes d'une feuille d'étain (le papier qu'on dit « improprement argenté est le plus à propos) j'appliquai la partie convexe « d'une cuiller d'argent sur le dos de la langue, et en inclinant cette cuiller

Digitized by Google

« je portai sa queüe jusqu'au contact de la dite feuille d'étain. Je m'attendois « à voir tremblotter la langue: et je faisois pour cela l'expérience devant un « miroir. Mais les mouvements, que j'avois osé prédire n'arriverent pas; et « j'eus, au lieu de cela, une sensation, à la quelle je ne m'attendois nullement: « ce fut un goût aigre assez fort sur la pointe de la langue .

« Je fus d'abord fort surpris de cela; mais réflechissant un peu à la chose je « ai conçus aisément, que les nerfs qui aboutissent à la pointe de la langue, étant « les nerfs destinés aux sensations du goût, et nullement aux mouvements de « ce muscle; il étoit tout-à-fait naturel, que la force irritante du fluide électrique « mu par l'artifice ordinaire des armures métalliques différentes excitât ici « une saveur, et rien autre chose: que pour exciter dans la langue les mouve- « ments, dont elle est susceptible, il faudroit appliquer l'une des dites armures « auprès de sa racine, où s'implantent les nerfs destinés à ces mouvements: « ce que je vérifiai bientôt par cette autre expérience.

« Ayant coupé à un agneau tout recemment égorgé la langue près de sa « racine, j'appliquai une feuille d'étain près de cet endroit de la coupure, et « sur la playe même, et la cuiller d'argent à une de ses faces: procedant alors « à établir une communication, comme il faut, entre ces deux armures métal- « liques, j'eus le plaisir de voir la langue entière tremousser vivement, lever « sa pointe, se tourner et se replier de part et d'autre, chaque fois et tout le « tems qu'une telle communication avoit lieu.

« J'ai repeté cette expérience sur une langue de veau, que je posai armée « de la même manière de la feuille d'étain près de sa racine, sur un plat d'argent, « pour qu'il fît l'office de l'autre armure; et le succès fut le même. Je l'ai repetée « aussi sur la langue d'autres petits animaux, comme souris, poulets, lapins, etc., « et j'obtins presque toujours l'effet. Je dis presque-toujours, car quelques fois « il manqua dans la langue des petits animaux, soit que la feuille d'étain ne « fût pas appliquée convenablement à l'endroit juste, où les nerfs qui regissent « le mouvement de la langue y ont leur insertion; soit que la langue refroidie « eût déjà perdu sa vitalité, qui ne dure gueres long-tems dans les nerfs et « muscles des animaux à sang chaud, et particulièrement dans la langue ».

Ho voluto qui trascrivere questo lungo squarcio di lettera per mostrare a V. S. Ill. come io pensava già parecchj mesi sono, e la traccia, che ho seguita nelle sperienze, che mi hanno condotto a nuove scoperte. Ora terminerò la presente, già troppo prolissa, col farle parte di una picciola scoperta di queste ultime settimane.

§ 9. Ho dunque trovato, che il carbone di legna ben cotto, riconosciuto già per eccellente conduttore, poco o nulla inferiore agli stessi metalli, si comporta come questi anche in ciò, che mostrasi pur esso eccitatore e motore di elettricità, ove faccia officio di armatura, ossia combaci convenientemente le parti animali, od ogni altro corpo assai umido, e meglio l'acqua stessa. Quello,

Digitized by Google

che sembra più mirabile è, che il carbone stia, in ordine a tal virtù, non già colla classe de' metalli, che ho chiamata inferiore (*h*), e che comprendeva stagno e piombo, cui ho in seguito aggiunto lo zinco; e neppure colla media, in cui avea posto il ferro, il rame, l'ottone, e in appresso anche l'antimonio, il bismuto, e il cobalto; ma bensì colla superiore, comprendente argento, oro, platina, mercurio. Con questi dunque va di paro il carbone, anzi li supera tutti, e fin l'argento, ch'io avea posto in cima: di maniera che il più vivo sapore, che mai possa eccitarsi sulla lingua, non è più collo stagno e l'argento; ma collo stagno e il carbone (che sia però carbon perfetto; giacchè non tutti i pezzi di carbone presi all'azzardo riescono bene); sapore acido al solito, se la punta di essa lingua bacia e preme lo stagno; alcalino, e ben acre ed urente, se bacia e preme il carbone. In conformità di questo è lo stesso carbone superiore all'argento, all'oro e agli altri metalli molto più, trattandosi di eccitare, invece del sapore sulla lingua, le contrazioni e moti negli altri muscoli volontarj; i quali moti e convulsioni si ottengono da questi muscoli e membri anche troncati e recisi e in cui si crederebbe spenta ogni vitalità, assai più facilmente, che il sapore nella lingua sana ed intiera, massime che il sapore alcalino. Che detti metalli, e fin l'argento, stian sotto, e di molto al carbone, come all'oro ed argento stan sotto l'ottone e il ferro, è altresì provato da ciò, che si sente dalla punta della lingua pur anco il sapor acido, sebben debole, portandola a toccare esso argento, e. g. una moneta, mentre tiensi applicato al suo dorso il pezzo di carbone, e lo si avanza fino al contatto di essa moneta: non altrimenti che sente essa punta della lingua il medesimo sapore acido, e all'istesso grado presso a poco dall'ottone e dal ferro, confrontati per egual maniera coll'argento ecc.

Mi restano molte cose ancora a dirle concernenti la sua bella Dissertazione latina [2], ed altre mie sperienze ed osservazioni; ma ciò sarà in una o più altre lettere [3].

Sono intanto ecc.

(*h*) Vegg. la mia seconda Memoria § 72 e la Nota ivi.

Digitized by Google

NOTE DELLA COMMISSIONE

ED AGGIUNTE TRATTE DAI MANOSCRITTI DI A. VOLTA

[1] *In J* 10 *si legge:* « mi impresta ». *In L* 9 *si leggeva:* « mi impresta » *corretto in* « mi attribuisce ». *Questa sostituzione fu fatta certamente per accondiscendere ad un desiderio espresso dal* l'Aldini *in una lettera al V. in data: Bologna* 31 *Dicembre* 1792 (*in Cart. Volt. F* 50), *nella quale si legge:*

« A dirle la verità se pure s'è in tempo, gradirei di vedere cambiata l'espressione di averle *prestato* io una spiegazione, la quale avevo io prestato a me medesimo prima di avere conosciuto le sue belle esperienze ».

Si noti che la citazione del brano di lettera al Cavallo che segue presenta lievi differenze sia dal testo di Phil. Trans. sia dalla minuta della lettera stessa in L 8.

[2] *In J* 23 *trovasi:* « mi compiaccio di vedere ripetute e variate in più modi le mie sperienze ». *Il titolo della Dissertazione è:* De Animalis electricae theoriae ortu atque incrementis, *Mutinae, MDCCXCII.*

[3] *Pubblichiamo qui l'aggiunta intesa ad interpretare l'esperienza del* FONTANA (*Mns.* J 6).

Prima di finire la lettera e terminato appena di scrivere questo paragrafo consonante a ciò, che scritto già avea qualche mese fa ad altri Fisici miei amici, tra' quali il Sig. TIBERIO CAVALLO, e il D.re VAN MARUM, ricevo la notizia, che il celebre FELICE FONTANA Direttore dei Gabinetti Fisici e di Storia Naturale di Firenze, è pur giunto ad eccitare col solito artificio delle armature di diversi metalli, le contrazioni nel cuore sì degli animali a sangue freddo, che di quelli a sangue caldo. Corsi dunque tosto a rifare le mie sperienze con maggior diligenza e ottenni infatti come lui di accelerare i moti del cuore, e di risvegliarli ben anche quando già eran cessati. Ci voglion però per riuscire col cuore massime degli animali a sangue caldo molte più attenzioni e condizioni di quello richiedasi per eccitare le contrazioni e spasmi negl' altri muscoli dotati di moto volontario, e ci vogliono le più favorevoli circostanze; principalmente che le armature siano di quei metalli, che contrapposti riescono i più attivi, producendo le più violente convulsioni allorchè sono applicati ai nervi o ai muscoli volontarj, e un vivissimo sapore applicati alla lingua ec. Per tali avea io già riconosciuti lo stagno, il piombo, e il zinco da una parte, l'argento, l'oro, la platina, il mercurio per l'altra; cioè che doveasi per averne il più grande effetto contrapporre uno di questi, ad uno di quelli, e soprattutti io dava la preferenza all'argento contro lo stagno prescegliendo per

Digitized by Google

quest'ultimo le lamine battute, sottilissime, o meglio la carta, detta impropriamente d'argento, che è carta coperta di foglietta di stagno, quando incontrasi di buona qualità, ben lucida e netta. Gli altri metalli, e semimetalli, o leghe metalliche, ferro, rame, ottone, regoli d'antimonio, di bismuto, di cobalto, trovai che produceano un assai debole effetto contrapponendoli al mercurio, all'argento e all'oro, che eccitavano sibbene le contrazioni e moti de'muscoli volontarj, ma meno violenti e non eccitandone più nè di forti nè di languidi quando trovavansi questi già alquanto spossati, e niente o quasi di sapore faceano sentire sulla lingua; laddove contrapponendoli allo stagno, al piombo, o al zinco, l'effetto sì delle convulsioni, e moti, che del sapore riusciva non di molto inferiore a quello che si ottiene cogli stessi piombo, stagno, o zinco, contrapposti al mercurio, all'oro, o all'argento. Or dunque per il cuore, che non è muscolo volontario, e che obbedendo facilmente agli stimoli meccanici, siccome quelli, che la Natura gli ha destinati, è poco sensibile, e difficilmente obbedisce allo stimolo elettrico che gli è estraneo, appropriato ai nervi de' moti volontarj, dei quali o manca, o scarseggia molto esso cuore, comunque provveduto d'altri nervi destinati ad altro officio, per questo cuore, dico, e sostengo ancora, che una assai blanda elettricità, una debole corrente di fluido mossa sia da una boccia o conduttore elettrizzato, sia dalle semplici armature metalliche, qual basta ed è più che sufficiente a far entrare in forti contrazioni e spasmi i muscoli volontarj anche già illanguiditi a segno che niun stimolo meccanico è più capace di convellerli, non è da tanto di risvegliare i moti del cuore quando è ancora tanto vivace, che vi si possono eccitare cogli stimoli meccanici: si ricerca, volendo pure eccitarlo con questo, che sia abbastanza valido, cioè che le armature siano non solo di diversi metalli, ma di que' tali metalli diversi, che fanno il maggiore effetto, e valevoli sono ad eccitare sulla lingua un vivo sapore [4] cioè un'armatura di stagno, di piombo, o di zinco, l'altra d'alcuno degli altri metalli, o semimetalli, ma sopra tutti d'argento. Il Sig. FONTANA è riuscito con zinco ed antimonio, io pure son riuscito con questi; ma meglio coll'istesso zinco ed argento od oro. Finalmente, avendo io poco prima scoperto che il carbone di legna [5] conosciuto già per buonissimo conduttore, poco o nulla inferiore agli stessi metalli, si comportava come questi mostrandosi pur esso motore di elettricità ove facesse officio di armatura ecc., e anzi stava in ordine a tal virtù non colla classe inferiore di metalli, stagno, piombo, e zinco, nè colla media, ferro, rame, antimonio ecc., ma colla superiore, oro, argento, anzi sopra l'argento medesimo; di maniera che il più vivo sapore che mai possa eccitarsi sulla lingua non è più collo stagno, e l'argento, ma collo stagno e il

[4] *V. nota* [5] *seguente.*

[5] *Dopo la parola* carbone *si leggono ancora, sebbene cancellate con un tratto, le parole:* « trovato già buonissimo da PRIESTLEY ».

Digitized by Google

carbone (che sia però carbon perfetto, giacchè non tutti i pezzi di carbone riescono bene), sapore acido al solito se la punta di essa lingua si applica allo stagno, alcalino, e ben acre, ed urente, se si applica e preme contro il carbone: avendo, dico, scoperto ciò, non tralasciai di porre al cimento del carbone il cuore (fu per la prima volta quello d'un pollo), e vidi con piacere, che combaciando bene una parte di esso cuore il carbone, ed essendo della così detta carta d'argento, l'altra armatura, si contraeva fortemente quel viscere ad ogni volta che veniva a far toccare quella foglia metallica col carbone; e che ciò succedeva e più facilmente, e per più lungo tempo, che se in luogo del carbone adoperato avessi argento.

Dico per più lungo tempo, quantunque sia più o meno sempre breve lo spazio entro il quale possono riuscire tali sperienze sopra il cuore, massime degli animali a sangue caldo, e singolarmente degli uccelli: laddove sopra i muscoli flessori ed estensori, tutti insomma gli inservienti a' moti volontarj, riescono per un tempo incomparabilmente più lungo; e sì riescono anche con armature che non sono le più attive: a differenza del cuore, per cui vi vogliono assolutamente di queste a commoverlo, come già s'è detto.

Tutte dunque le sperienze ci provano, la difficile eccitabilità del cuore per azione elettrica in confronto dei muscoli volontarj, i quali si convellono per un'elettricità incomparabilmente men forte, più blanda, che vellichi i loro nervi; quando tutt'all'opposto poco o nulla risentono essi muscoli volontarj gli stimoli meccanici, che agiscono potentemente sopra il cuore. E non basta ciò per sostenere quanto ho avanzato, che essendo il fluido elettrico lo stimolo il più appropriato ai nervi inservienti al moto volontario, che ho chiamati appunto nervi del moto, non lo è poi nè dei muscoli non volontarj, uno de' quali è il cuore, nè de' loro nervi; e che per codesti muscoli involontarj, pel cuore, sono invece più efficaci e più appropriati gli stimoli meccanici?

Che se [6].....

Giugnendo a tanto l'azione del fluido elettrico che mettono in moto di vellicare, pungendo, pizzicando le fibre per cui passa, può considerarsi eziandio come uno stimolo meccanico, e qual maraviglia allora se risveglia le contrazioni del cuore.....

---

[6] *Con queste parole termina il manoscritto, interrotto prima della fine del foglio. Il tratto che si fa seguire trovasi, nel manoscritto, due pagine indietro, scritto di seguito alle parole* un vivo sapore (*vedi nota* [1] *precedente*), *ed è preceduto da un segno che serve a richiamare un tratto in margine da cui per richiami successivi si arriva al punto in cui, come si è notato, il manoscritto è interrotto. Sembra certo pertanto che lo stesso tratto dovrebbe essere qui collocato, e ciò viene confermato dal fatto che con una insignificante modificazione da apportarsi nella prima parola, il tratto che segue si adatta per ogni rapporto a costituire la continuazione e fine della nota. Modificazioni di questo genere per accordare tratti staccati il Volta spesso non si cura di fare nelle minute non destinate ad essere lette da altri.*

Digitized by Google

XI.

OBSERVATIONUM

CIRCA

ELECTRICITATEM ANIMALEM

SPECIMEN.

1792 (*fine*).

FONTI.

STAMPATE (1).	MANOSCRITTE.
Comm. Lips. Vol. 34. P. IV. (1792). pg. 685. Traduz. franc. P. Sue. P. I. pg. 238. Ant. Coll. T. II. P. I, pg. 169.	Cart. Volt.: H 29 B; F 48.

OSSERVAZIONI.

TITOLO: .... da Ant. Coll.

DATA: Risulta dalla data di Comm. Lips. dove il presente « *Specimen* » comparve, come anche dal principio di questo e dalla storia delle esperienze voltiane addietro pubblicate.

H 29 B è una minuta di lettera al Prof. Kuhn di Lipsia sui varî argomenti di fisica, nella quale trovasi un notevole brano di questa Nota.

In Cart. Volt. F 48 è la lettera del Kuhn al V. in data: « *Lipsiae, ipsis Nonis Octobris MDCCLXXXXII* », scritta in latino, nella quale lo scrivente si offre di tradurre le lettere sulla Meteorologia elettrica ed altre che il V. avesse ad inviargli.

(1) Il Becquerel inserì questo lavoro nel « *Résumé de l'histoire de l'électricité et du magnetisme* ». Paris, Didot, 1858.

Digitized by Google

Digitized by Google

OBSERVATIONUM

CIRCA

ELECTRICITATEM ANIMALEM

SPECIMEN.

1792 (*fine*).

Ineunte vere hujus jam prope labentis anni revocabar ad electricitatem, occasione phaenomenorum oppido mirabilium, quae suis tentaminibus Cl. GALVANIUS, Bononiensis Professor, detexit descripsitque, quibusque evicisse videtur, vigere perpetuo in animalibus cujusque speciei aliquam electricitatem ab ipsis et in ipsis organis vi vitae sponte concitatam; scilicet fluidum electricum, rupto naturaliter aequilibrio, in nervis jam non quiescere, sed esse in continuo aliquo motu aut sese ex hac in aliam partem, quatenus redundat vel deficit, effundendi nisu. Quare experimenta illa omnia GALVANII primum iteravi, tum deducta ex iis consectaria ad examen revocavi, novis praecipue institutis de industria tentaminibus, quibus multa detegere nobis datum est, quae ipsum GALVANIUM aliosque physicos, eandem post illum viam ingressos, fugerunt.

Inter praecipuas quaestiones nondum constitutum est, num in experimentis Galvanii validissimae, quae excitantur, contractiones musculorum, et artuum motus, ob duplicem metalli attactum hinc musculo, inde nervo animalis rite dissecti ac praeparati, qui motus electrico fluido, ab una ad aliam partem per arcum conductorem irrumpenti, deberi, vix est qui dubitet, ideo eveniant, quod hocce fluidum sponte, seu vi ipsa organorum animalium ad hanc vel illam partem tendat, quo in casu vera, ac propria animalis electricitas dici mereretur, quodque Cl. GALVANIUS tuetur; num, inquam, aliquando saltem hoc ita fiat, an, quod pluribus in casibus aliter evenire jam prorsus demonstravi, metalla in experimentis adhibita, cum partibus animalium succo plenis admoventur, atque apte applicantur, per se ac propria virtute fluidum electricum, alias quietum, turbare, concitare, pellere queant, adeo, ut organa

Digitized by Google

animalia non nisi passive sese habeant. Equidem metalla, quin et carbones lignorum optimos non solum perfectissima esse electricitatis *deferentia*, verum et jam *excitantia* ope simplicis contactus, indubiis nuper experimentis evici. Prius, scilicet metallis atque carbonibus ligneis electricitatem undecumque excitatam, h. e. ad aequilibrium, quod amiserat, restituendum nitentem, facillime traducendi vim inesse, jam notum erat. Posterius vero, nempe iisdem corporibus posse electricae materiae aequilibrium turbari, novamque creari electricitatem, meum inventum est. Debilem hanc profecto ac communibus electrometris, quamvis exquisitis, nullo modo detegendam, sed quae nerveis fibris, quas forte offendit, musculisque convellendis par sit, absque ulla frictione aliove artificio, modo apte applicentur aquae, aut corporibus aqueo humore imbutis, cujusmodi sunt nervi atque musculi animalium sive viventium, sive recens enectorum, revera excitant metalla carbonesque vi ac virtute propria, quatenus ipsa fluidum electricum impellunt coguntque ad ingressum vel egressum, e superficie, quam contingunt. At vero si duobus, in locis positae sint hujusmodi armaturae nervorum metallicae, ex uno eodemque metallo conflatae, atque inter se aptissimo quovis conductore communicent, quid tunc expectandum? Fortasse utraque armatura fuget vel evomet tantillum fluidi electrici, sed obsistent sibi invicem aequali nisu, atque adeo nullus ex una ad alteram eveniet transfluxus circulatio nulla. Ergo ad diversa metalla confugiendum, quae prout inaequali, vel etiam contraria vi in attactum corpus agunt, transfluxum tunc satis magnae copiae fluidi electrici, si arcus conductor non desit, cient et usque promovent ab una scilicet ad aliam partem, quas ipsae armaturae obtegunt. Quae quidem partes si, ut et reliquae intermediae, satis deferentes sint, fluidum electricum jugiter in gyrum abripietur. Jam vero si illud in hoc continuo fluxu ac in qualibet circuitus parte nervos, sive sensui, sive motui inservientes, offendit, hos excitabit, ita, ut pro muneris, quod obeunt, diversitate aut sensationem pariant, uti in apice linguae contingit, quae sapore vel acido, vel alcalino afficitur juxta novissima mea experimenta, prout fluidum electricum ingreditur exitve ex ipso apice linguae, aut contractiones musculorum motusque artuum excitent, quod saepius evenit, cum nempe illud in nervos crurales, aut brachiales, aut quoslibet motibus voluntariis dicatos, qui latissime patent, incurrit. En rationem phaenomenorum, quae fidenter nimis electricitati animali adscribuntur, *quaeque ego electricitati artificiali, sive extrinsecus excitatae, tribuere malim.*

At nullumne prorsus erit in omnibus GALVANII experimentis, quod illa jure sibi vindicare queat? Hoc equidem non ausim definire. Dico tantum, illa omnia, in quibus irrito successu metalla aequalia adhibentur, et, ut contractiones musculorum efficiamus, ad diversa confugiendum est, nihil valere ad veram ac propriam organorum electricitatem, activam nempe, adstruendam, cum illa organa passive se habere videantur. Porro ejusmodi casus, in quibus

Digitized by Google

non nisi contactu metallorum diversae speciei excitari possunt motus musculares, sunt longe plures; paucissimi contra ea dantur, in quibus etiam ope ejusdem metalli contingunt, cumque vix percipienda diversitas aliquando efficiat, ut vel metalla ejusdem nominis ac speciei aliquibus edendis effectibus non imparia sint, valde dubitandum videtur, quominus tunc etiam, cum armaturae metallicae prorsus similes invicem esse videntur, et nihilo tamen minus excitandis motibus musculorum inserviant in partibus animalium praeparatorum, in quibus denudati nervi adhuc eximia pollent excitabilitate, inperceptibilis aliqua differentia in superficie saltem metallorum plus minusve aspera etc. in caussa sit, cur fluidum electricum etiam hic ad transfluxum cieatur.

Etiam si tandem electricitas haec animalis activa in organis, quam GALVANIUS tuetur, iterum evanescat, stabit tamen incomparabilis ac miranda fibrarum, praecipue nervearum, excitabilitas ope stimuli electrici. Ex altera quoque parte remanebit novum electricitatis artificialis principium, a me detectum, quod maximam huic scientiae lucem afferre potest, nempe vis ac virtus metallorum et carbonis concitandi atque pellendi fluidum electricum ope simplicis contactus cum corporibus quibuslibet humidis ac per hanc ipsorum qualitatem deferentibus; id quod certis experimentis extra corpora animalia institutis confirmavi.

Digitized by Google

Digitized by Google

XII.

ACCOUNT
OF SOME DISCOVERIES

MADE BY MR. GALVANI

OF BOLOGNA.

With Experiments and Observations on them.

IN TWO LETTERS FROM MR. ALEXANDER VOLTA, F. R. S.

PROFESSOR OF NATURAL PHILOSOPHY IN THE UNIVERSITY OF PAVIA

TO MR. TIBERIUS CAVALLO F. R. S.

E SEGUITO.

Digitized by Google

Digitized by Google

XII (A)

PRIMA LETTERA.

13 *Settembre* 1792.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
Phil. Tr. P. I. 1793. pg. 10. Ant. Coll. T. II. P. II. pg. 121.	Cart. Volt.: J 13; **L 8;** N 26; N 27.

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da Phil. Tr.
DATA: da Phil. Tr.

J 13 contiene frammenti varî ed in parte ripetuti con modificazioni, in francese.

L 8 è un Mns. completo, con introduzione epistolare che si pubblica.

In Cart. Volt. N 26 è una lettera autografa di Sir J. Banks, Presidente della Società Reale di Londra, in data *Londres*, 27 9*bre* 1792, in cui si accusa ricevuta delle due lettere con ringraziamenti e congratulazioni al V. e si annuncia che si stanno traducendo in inglese le due lettere.

In Cart. Volt. N 27 è la ricevuta ufficiale della Segreteria della Royal Society in data 11 *febbraio* 1793 delle due prime lettere, che furono comunicate alla Società nella seduta del 31 *gennaio* 1793. Sul medesimo foglio, in calce, scritti da Tiberio Cavallo, trovansi ringraziamenti per le due comunicazioni e sollecitazioni per l'invio della terza.

Digitized by Google

Digitized by Google

PRIMA LETTERA.

13 *Settembre* 1792.

Je vous dois, Monsieur, depuis plus d'une année des remercîments pour le présent que vous m'avez fait de quelques beaux échantillons de ce que vous appellez *Impressions électriques*, que j'ai reçus avec la description assez détaillé du procedé pour les faire par le moyen du jeune homme que je vous avois recommandé, Mr. le Docteur Scasso de Genes. Je ne vous ai point écrit depuis ce tems n'ayant ni découvertes, ni aucune expérience singuliere à vous communiquer, et croyant que votre goût ressemble assez au mien pour n'aimer guere des lettres de pur compliment. Je ne sçais si ce n'est peut-être pas ma paresse qui me fait produire ces excuses d'un si long silence.

Mais enfin il est tems de le rompre; et je vais, pour reparer un tel defaut, vous ecrire au lieu d'une lettre une si longue dissertation, que je crains que vous n'ayez à vous plaindre, avec plus de raison de cette réparation pretendue, que de la faute. J'espere pourtant comme je veux dans ces écrites vous dire, faire part de quelques découvertes surprenantes, et d'une foule d'expériences nouvelles, non moins importantes que curieuses, que la longueur de cet écrit ne vous paroitra pas excessive, et que vous supporterez quelques détails, que je n'aurois pu supprimer sans laisser de l'incertitude ou de la difficulté à ceux qui voudroient répeter ces expériences, d'y réussir. J'ai en revanche exposé succinctement et resserré autant que j'ai pu un grand nombre d'autres expériences, en n'indiquant que les principaux resultats, par-tout où j'ai cru que cela pouvoit suffire à en donner une juste idée comme des consequences: en un mot j'ai taché de n'être jamais trop diffus: ce que je sçais bien, que vous n'aimez pas [1].

Read January 31, 1793.

Le sujet des découvertes, et des recherches, dont je vais vous entretenir, Monsieur, est *l'Electricité Animale;* sujet qui doit vous interesser vivement.

---

[1] *Sin qui dal Mns.* L 8 *che continua poi conformemente alle Phil. Trans.. Ricorriamo ora a questa seconda fonte.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

Je ne sais si vous avez encore vu l'ouvrage d'un professeur de Bologna, Mr. GALVANI, qui a paru il y a à-peu-près un an, avec ce titre; ALOYSII GALVANI *de Viribus Electricitatis in Motu Musculari Commentarius. Bononiae* 1791, in 4to, de 58 pages, avec quatre grandes planches; ou du moins si vous en avez eu notice. Il contient une des plus belles et des plus surprenantes découvertes, et le germe de plusieurs autres. Nos journaux Italiens en ont donné différents extraits, entre autres celui du Dr. BRUGNATELLI de Pavie, qui a pour titre, *Giornale Fisico-Medico;* auquel j'ai fourni moi-même deux longs memoires, qui seront suivis de quelques autres, ayant beaucoup étendu les expériences, et poussé les recherches plus loin sur ce sujet.

Or c'est une esquisse, tant de la découverte admirable de Mr. GALVANI, que des progrès que j'ai été assez heureux de faire dans cette nouvelle carrière, que je vais vous tracer, Monsieur, dans cet écrit, que je souhaite que vous presentiez au digne Président de la Societé Royale, le Chevalier BANKS, pour être communiqué, s'il le croit à propos, à cette savante Compagnie, comme un foible temoignage de ma reconnoissance pour l'honneur qu'elle m'a fait de m'associer à son corps, et de mon zele et empressement à répondre à son invitation de lui faire part, de tems à autre, du fruit de mes recherches.

(1.) Le Dr. GALVANI ayant coupé et préparé une grenouille, de maniere que les jambes tenoient à une partie de l'épine du dos, tronquée du reste du corps, uniquement par les nerfs cruraux mis à nud, vit qu'il s'excitoit des mouvements très vifs dans ces jambes, avec des contractions spasmodiques dans tous les muscles, chaque fois que (ce reste d'animal, se trouvant placé à une distance considérable du grand conducteur de la machine électrique, et dans certaines circonstances, que j'expliquerai ensuite), on tiroit de ce même conducteur, non pas sur le corps de l'animal, mais sur tout autre corps, et dans toute autre direction, une étincelle. Les circonstances requises etoient donc, que l'animal, ainsi dissequé, se trouvât en contact, ou très près de quelque métal, ou autre bon conducteur assez étendu, et mieux encore entre deux semblables conducteurs, dont l'un étoit tourné vers l'extremité des dites jambes, ou quelqu'un de ses muscles, l'autre vers l'épine, ou les nerfs: il étoit aussi très avantageux, qu'un de ces conducteurs, que l'auteur distingue par le nom de *conducteur des nerfs*, et de *conducteur des muscles*, et préferablement ce dernier, eût une libre communication avec le plancher. C'est dans cette position surtout que les jambes de la grenouille préparée, comme on a dit, recevoient de violentes secousses, s'élançoient et se debattoient avec vivacité à chaque étincelle du conducteur de la machine, quoiqu'il fût assez éloigné, et quoique la décharge ne se fit, ni sur le conducteur des nerfs, ni sur celui des muscles, mais sur un autre quelconque, pareillement éloigné d'eux, et ayant tout autre communication par où transmettre une telle décharge, par exemple, sur une personne placée à l'angle opposé de la chambre.

Digitized by Google

(2.) Ce phénomene étonna Mr. GALVANI, peut-être plus qu'il n'auroit dû faire: car enfin le pouvoir, non seulement des étincelles électriques lorsqu'elles frappent immédiatément les muscles ou les nerfs d'un animal, mais d'un courant de ce fluide qui les traverse, de quelque manière que ce soît, avec une suffisante rapidité, son grand pouvoir, dis-je, d'y exciter des commotions, étoît une chose assez connue; d'ailleurs il étoit visible comment, dans cette expérience, et dans toutes celles du même genre rapportées dans la première et seconde partie de son ouvrage, et qui sont représentées dans les deux premieres planches de figures, sa grenouille se trouvoit effectivement exposée à être traversée par un tel courant. On n'a qu'à se retracer l'action très-connue des atmospheres électriques, ou ce qu'on appelle *électricité de pression*; par la quelle le fluide des corps *déférents*, plongés dans la sphere d'activité d'un corps électrisé quelconque, est poussé et deplacé, en raison de la force, et de l'étendu de cette sphere, et entretenu en cet état de déplacement tant que l'électricité dans le corps dominant subsiste, laquelle otée, il revient à sa place des endroits éloignés, peu-à-peu si elle se dissipe petit à petit, et en un instant si on la détruit instantanément, en déchargeant tout d'un coup le corps qui en est revêtu. C'est donc ce *courant de retour*, ce reflux de fluide électrique dans les corps *déférents* contigus à la grenouille, ou proches d'elle, son passage brusque du *conducteur des muscles* au *conducteur des nerfs*, ou *vice versa*, à travers son corps, surtout lorsqu'un tel courant est resserré dans le canal unique et etroit des nerfs, qui excite les spasmes et les mouvements dans les expériences dont il est ici question. Mr. GALVANI, qui semble n'avoir pas assez réfléchi à cette action des atmospheres électriques, et qui ne connoissoit pas encore la prodigieuse sensibilité de sa grenouille, singulierement préparée de la maniere susdite, (je dirai ici, que je l'ai trouvée a-peu-près égale dans tous les autres petits animaux, comme lezards, salamandres, souris) fut extremement frappé d'un tel effet, qui ne paroitra pas si merveilleux à d'autres physiciens. Ce fut pourtant le premier pas, qui le conduisit à la belle et grande découverte d'une *électricité animale* proprement dite, appartenante non seulement aux grenouilles, et à d'autres animaux à sang froid, mais aussi-bien à tous les animaux à sang chaud, quadrupedes, oiseaux etc.; découverte qui fait le sujet de la troisieme partie de son ouvrage, sujet absolument neuf, et très interessant. C'est ainsi qu'il nous a ouvert un champ très vaste, dans lequel nous nous proposons d'entrer, et de poursuivre les recherches, après que nous nous serons arreté encore un peu sur ces expériences préliminaires qui concernent l'action de l'électricité artificielle, ou étrangere, sur les fibres nerveuses et musculaires.

(3.) Ce fut le hazard qui presenta à Mr. GALVANI le phénomene que nous venons de décrire, et dont il fut étonné, je le répète, plus qu'il n'auroit dû être. Cependant qui est ce qui auroit cru, qu'un courant électrique, foible

Digitized by Google

au point de ne pouvoir être rendu sensible par les électrometres les plus delicats, fût capable d'affecter si puissamment les organes d'un animal, et d'exciter dans ses membres, découpés une ou plusieurs heures avant, des mouvements, tels que l'animal vivant n'en produit pas de plus forts, comme d'élancer vigoureusement les jambes, de sauter, etc. pour ne rien dire des convulsions toniques les plus violentes? Or tel est le courant qui envahit le petit animal couché, par exemple, sur la table, auprès de quelque métal, ou entre deux bons conducteurs non isolés, lorsqu'une personne tire du grand conducteur électrique, suspendu plusieurs pieds au dessus, une médiocre étincelle, et dirige la décharge par une tout autre voie.

(4.) Je dis *médiocre*; car si elle est bien forte, et si la distance de ce conducteur, puissamment électrisé, et volumineux, aux corps posés sur la table n'est pas fort grande, il paroîtra des petites étincelles dans les interstices de ces corps surtout métalliques, et là même ou la grenouille fait un anneau de communication entr'eux; étincelles produites evidemment par ce fluide électrique de retour, dont nous avons parlé ci-dessus (sect. 2). Ou, si la chose n'arrive pas à ce point, au lieu des étincelles, on pourra observer des mouvements assez marqués de quelques électrometres placés sur la même table, et aux mêmes endroits. Or dans ce cas, où les électrometres donnent des signes, et beaucoup plus dans l'autre, où l'on obtient les susdites étincelles, on pourra observer que même une grenouille entiere, et intacte, où un autre petit animal quelconque, un lezard, un souris, un moineau, sont saisis de fortes convulsions dans tous leurs membres, surtout dans les jambes, qui s'élancent avec vivacité, si le passage du fluide électrique (le courant de retour) suit la direction de ces mêmes jambes d'un bout à l'autre. Jusques-là point de merveille; la surprise est dans le cas où le courant électrique n'étant plus sensible, pas même aux électrometres les plus delicats, il excite encore les mêmes convulsions, les mêmes mouvements et debats, si non dans la grenouille entiere, au moins dans ses membres disséqués et préparés à la manière de Mr. GALVANI.

(5.) Je me suis appliqué, avec quelque attention, à determiner quelle étoit la moindre force électrique requise à produire ces effets, aussi bien dans une grenouille intacte et pleine de vie, que dans une disséquée et préparée à la dite maniere; ce que Mr. GALVANI avoit omis de faire. J'ai choisi la grenouille de préference à tout autre animal, à cause qu'elle est douée d'une vitalité très-durable, et qu'il est fort aisé de la préparer. Au reste j'ai aussi fait des épreuves sur d'autres petits animaux, dans cette vue, et avec un succès à-peu-près égal. Pour bien évaluer la force du courant électrique, j'ai cru devoir soumettre l'animal destiné aux expériences de ce genre, non pas aux courants de retour occasionnés par les atmospheres, (sect. 2) mais aux décharges électriques directes, tantôt d'un simple conducteur, tantôt d'une bouteille de Leyde, et en sorte que tout le courant dût traverser le corps de l'animal. A

Digitized by Google

cet effet j'avois soin de le tenir isolé d'une maniere ou de l'autre, et le plus souvent en l'attachant, par des epingles, à deux plateaux de bois tendre, portés par des colonnes de verre.

(6.) J'ai donc trouvé, que pour la grenouille vivante et entiere il suffisoit de l'électricité d'un simple conducteur, de moyenne grandeur, quand elle arrivoit seulement à pouvoir donner une très foible étincelle, et à élever de cinq à six degrés l'électrometre de HENLY. Que si je me servois d'une bouteille de Leyde, aussi de moyenne grandeur, une charge de celle-ci beaucoup plus foible produisoit l'effet, telle, par exemple, que ne donnant pas la moindre étincelle, et n'étant aucunement sensible au quadrant-électrometre, l'étoit à peine à un électometre de CAVALLO au point d'écarter d'une ligne environ ses petits pendules.

(7.) Cela, comme je viens de montrer, pour une grenouille entiere et intacte; car pour une disséquée et préparée en differentes manières, et sur-tout à la façon de GALVANI, où les jambes tiennent à l'épine dorsale par les seuls nerfs cruraux, une électricité beaucoup plus foible encore, soit du conducteur, soit de la bouteille de Leyde, (le fluide étant obligé d'enfiler ce passage étroit des nerfs), ne manquoit pas d'exciter les convulsions etc.. Oui une électricité quarante ou cinquante fois plus foible, comme une charge de la bouteille absolument imperceptible au dit électrometre de CAVALLO, et même à celui extremement delicat de BENNET; une charge, que je ne pouvois rendre sensible qu'à l'aide de mon *condensateur*, et que je crois pouvoir évaluer à cinq ou six centiemes de degré de l'électrometre de CAVALLO.

(8.) Voila donc, dans les jambes de la grenouille attachées à l'épine du dos uniquement par ses nerfs bien dépouillés, une nouvelle espèce d'électrometre; puisque des charges électriques qui, ne donnant aucun signe à ceux-ci, paroitroient nulles, en donnent de si marqués par ce nouveau moyen, par un tel *électrometre animal*, si on peut l'appeller ainsi.

(9.) Lorsqu'on a vu comment une grenouille ainsi préparée se ressent, et est saisie des fortes convulsions par une électricité extremement foible, par un courant de fluide imperceptible, on ne doit surement plus être surpris, qu'elle se debatte de même lorsqu'un corps quelconque décharge tout d'un coup le grand conducteur de la machine électrique, et fait qu'un autre courant de fluide électrique, grand ou petit, du fluide ci-devant déplacé dans les corps *déférents* auprès de la grenouille, et qui se rétablit, comme on a expliqué plus haut, (sect. 2) passe rapidement à travers ses nerfs. Supposons que ce courant de retour soit à peine équivalent à celui que lance directement un conducteur suffisamment volumineux, avec une électricité non étincellante, et presqu'insensible jusqu'à l'électrometre de CAVALLO, ou une petite bouteille de Leyde, chargée à peine un dixième de degré de ce même électrometre; supposons, dis-je, que le courant électrique ne soit pas plus fort que cela, il suffit encore, comme

Digitized by Google

mes expériences rapportées ci-dessus, (sect. 6 et 7) font voir, pour exciter les mouvements dont il s'agit.

(10.) Mais si on ne doit plus être surpris, après ces expériences, de celles de Mr. GALVANI décrites dans la première et seconde partie de son ouvrage, comment s'empêcher de l'être de celles tout-à-fait nouvelles et merveilleuses qu'il rapporte dans la troisième? Par lesquelles il obtint les mêmes convulsions et mouvements violents des membres, sans avoir recours à aucune électricité artificielle, ou excitation étrangere, par la seule application d'un *arc conducteur* quelconque, dont un bout touchât aux muscles, et l'autre aux nerfs, ou à l'epine de la grenouille, preparée de la manière decrite. Cet arc conducteur pouvoit être ou entièrement métallique, ou partie métallique partie d'autres corps de la classe des *déférents*, comme d'eau, d'une ou plusieurs personnes, etc.. Même les bois, les murailles, le plancher, pouvoient entrer dans le circuit, pourvu qu'ils ne fussent pas trop secs; il n'y avoit que l'interposition des corps *cohibents*, comme verre, resines, soye, qui empechât l'effet. Les mauvais conducteurs cependant ne servoient pas si bien, et seulement pour les premiers moments après la préparation de la grenouille, tant que les forces vitales se soutenoient en pleine vigueur; après quoi il n'y avoit plus que les bons conducteurs qu'on pût employer avec succès, et bientôt on ne pouvoit réussir qu'avec les excellents, c'est à dire, avec des arcs conducteurs entièrement métalliques. Il trouva au surplus un grand avantage à appliquer une espèce d'armure métallique à cette portion d'épine qu'il laissoit attachée aux nerfs cruraux, et aux nerfs eux-mêmes, et surtout à revêtir cette partie d'une feuille mince d'étain ou de plomb.

(11.) Mr. GALVANI ne s'arreta pas, dans ces expériences vraiment étonnantes, aux grenouilles; il les étendit avec succès, non seulement à plusieurs autres animaux à sang-froid, mais aussi aux quadrupedes, et aux oiseaux; dans lesquels il obtint les mêmes resultats, moyennant les mêmes préparations; qui consistoient à degager de ses enveloppes un des principaux nerfs, là où il s'implante dans un membre susceptible de mouvement, à armer ce nerf de quelque lame ou feuille métallique, et à etablir une communication, à l'aide d'un arc conducteur de cette armure du nerf aux muscles dépendants.

(12.) C'est ainsi qu'il découvrit heureusement, et nous demontra, de la manière la plus evidente, l'existence d'une veritable *électricité animale* dans tous, ou presque tous les animaux. Il paroit prouvé en effet par ses expériences, que le fluide électrique tend sans cesse à passer d'une partie à l'autre du corp organique vivant, et même des membres tronqués, tant qu'il y subsiste un reste de vitalité; qu'il tend à passer des nerfs aux muscles, ou *vice versa*, et que les mouvements musculaires sont dûs à une semblable transfusion, plus ou moins rapide. En verité il semble qu'on ne peut rien opposer à cela, ni à la façon dont Mr. GALVANI explique la chose, par une espèce de décharge semblable

Digitized by Google

à celle de la bouteille de Leyde. Cependant un grand nombre de nouvelles expériences, que j'ai faites sur ce sujet, font voir qu'il y a bien des restrictions à faire, tant à la chose, qu'aux consequences que l'auteur en a tirées; en même tems qu'elles étendent beaucoup les phénomenes attribués à cette *électricité animale* et nous la representent dans un grand nombre de circonstances et de combinaisons nouvelles.

(13.) Mr. GALVANI, suivant l'idée qu'il s'est fait, d'après ses expériences, et pour suivre, en tout point, l'analogie de la bouteille de Leyde et de l'arc conducteur, prétend qu'il y ait naturellement un excès de fluide électrique dans le nerf, ou dans l'intérieur du muscle, et un defaut correspondant dans l'extérieur, ou *vice versa*; et suppose conséquemment qu'un bout de cet arc doit communiquer au nerf, qu'il regarde comme le fil conducteur, ou crochet de la bouteille; l'autre bout à la face exterieure du muscle. Toutes les figures de la troisième et quatrième planche, et toutes ses explications reviennent à cela. Mais s'il avoit un peu plus varié les expériences, comme j'ai fait, il auroit vu que ce double contact du nerf et du muscle, ce circuit qu'il imagine, n'est pas toujours nécessaire. Il auroit trouvé, ce que j'ai trouvé, qu'on peut exciter les mêmes convulsions, les mêmes mouvements dans les jambes, et autres membres des grenouilles, et de tout autre animal, par des attouchements métalliques, soit à deux parties du nerf seul, soit à deux muscles et même à differents points d'un seul et simple muscle.

(14.) Il est vrai qu'on ne reussit pas, à beaucoup près, si bien de cette manière que de l'autre, et qu'il faut, dans ce cas, avoir recours à un artifice, dont nous aurons occasion de parler plus au long, et qui consiste à employer deux métaux differents; artifice qui n'est pas absolument necessaire lorsqu'on expérimente suivant le procédé de GALVANI, decrit ci-dessus (Sect. 10 et 11), du moins tant que la vitalité dans l'animal, ou dans ses membres coupés, se soutient en pleine vigueur; mais enfin, puisque avec des armures de differents métaux appliquées, soit aux nerfs seuls, soit aux seuls muscles, on vient à bout d'exciter les contractions dans ceux-ci, et les mouvements des membres, on doit conclure que s'il y a des cas (ce qui pourroit bien encore paroitre douteux) où la pretendue décharge entre nerf et muscle (Sect. 12 et 13) est cause des mouvements musculaires, il y a bien aussi des circonstances, et plus fréquentes, où l'on obtient les mêmes mouvements, par un tout autre jeu, par une tout autre circulation du fluide électrique.

(15.) Oui c'est un tout autre jeu du fluide électrique, dont on doit dire plutôt qu'on trouble l'equilibre, que de le retablir, en ce qu'il coule d'une partie à l'autre du nerf, du muscle, etc. tant interieurement par leurs fibres conductrices, qu'extérieurement par la voie des conducteurs métalliques appliquées non pas en conséquence d'un excès ou defaut respectif, mais par une action propre de ces mêmes métaux, lorsque ceux-ci sont de differente espece.

Digitized by Google

C'est ainsi que j'ai découvert une nouvelle loi, qui n'est pas tant une loi d'électricité animale, qu'une loi d'électricité commune; à laquelle on doit attribuer la plûpart des phénomenes, qui paroissoient, d'après les expériences de GALVANI, et d'après plusieurs autres que j'avois faites moi-même à la suite de celles-là, appartenir à une veritable électricité animale spontanée, et qui n'en sont pas; ce sont réellement des effets d'une électricité artificielle très-foible, qui s'excite d'une manière dont on ne s'étoit pas douté, par la simple application de deux armures de differents métaux, comme j'ai deja indiqué, et que j'expliquerai mieux ailleurs.

(16.) Je dois dire ici, qu'à la découverte de cette loi nouvelle, de cette électricité artificielle jusqu'à présent inconnue, je me defiai d'abord de tout ce qui m'avoit paru demontrer une électricité animale naturelle, dans le sens propre, et que j'etois sur le point de revenir de cette idée. Mais repassant, avec un examen reflechi, tous les phénomenes, et repetant les expériences sous ce nouveau point de vue, je trouvai enfin que quelques unes soutiennent encore cet examen, (celles, par exemple, où l'on n'a pas besoin d'armures différentes, ni même d'armure quelconque, un simple fil métallique, ou tout autre corps déférent, faisant office d'arc conducteur entre le nerf isolé et un des muscles dépendants, pouvant exciter dans ceux-ci les convulsions), (Sect. 10, etc.) et qu'ainsi l'électricité animale naturelle et proprement organique subsiste, et ne peut pas être renversée entièrement. Les phénomenes qui l'établissent, quoique beaucoup plus limités, ne laissent pas que d'être demonstratifs, comme je viens d'indiquer, et comme on verra mieux dans la suite.

(17.) Ce qu'on trouvera peut-être plus desagréable, c'est qu'il faut aussi renfermer en des limites plus étroits son empire dans l'économie animale, et renoncer aux plus belles idées qu'on avoit conçues, et qui paroissoient nous mener à expliquer clairement tous les mouvements des muscles. Mes expériences, variées de toutes les manières possibles, montrent que le mouvement du fluide électrique, excité dans les organes, n'agit point immédiatement sur les muscles; qu'il ne fait qu'exciter les nerfs, et que ceux-ci, mis en action, excitent à leur tour les muscles. Quelle soit cette action des nerfs; comment elle se propage d'une des ses parties aux autres; comment elle passe aux muscles, et comment il en resulte le mouvement de ces derniers; ce sont encore des problemes, pour l'explication desquels nous n'en sommes pas plus avancés qu'avant la découverte dont il s'agit.

(18.) Je viens maintenant aux expériences qui prouvent toutes les assertions que j'ai avancées dans ces derniers paragraphes. Dans la foule qui se présente j'en choisirai quelques unes seulement, celles qui me paroissent mieux établir certains principes, la plû-part nouveaux et differents de ceux adoptés par Mr. GALVANI. Mais disons premièrement encore un mot des expériences

Digitized by Google

de cet auteur. Je ne sais s'il en a fait d'autres, mais celles dont il nous rend compte dans sons ouvrage sont renfermées dans un cercle trop étroit; il s'agit toujours de découvrir et isoler les nerfs, et d'établir une communication de corps conducteurs de l'électricité, entre ces nerfs et les muscles qui en dépendent (comme on voit dans toutes les figures des quatres planches jointes à ce même ouvrage) lorsqu'on se propose d'exciter les convulsions et mouvements de ces muscles, par l'action du fluide électrique. Il suppose donc, dans tous les cas, et il s'explique la dessus assez clairement, que la transfusion du fluide électrique produite, soit par l'électricité artificielle, soit par l'électricité animale naturelle, doive se faire des nerfs aux muscles, ou *vice versa*; que ces deux termes au moins y doivent être compris, pour que les mouvements musculaires ayent lieu; et vraiment toutes les expériences qu'il nous décrit semblent prouver cela. Mais c'est qu'elles roulent, comme j'ai déja dit, dans ce cercle trop étroit, dont il n'est jamais, ou presque jamais, sorti. En variant les expériences de ce genre de plusieurs manières, j'ai fait voir, que ni l'une ni l'autre de ces conditions, savoir, de découvrir et isoler les nerfs, et de toucher simultanément ceux-ci et les muscles, pour procurer la prétendue décharge, sont absolument necéssaires (Sect. 13). Il suffit, lorsqu'on a par exemple découvert le nerf ischiatique à un chien, à un agneau, etc. de faire passer un courant électrique d'une partie de ce nerf à une autre, même prochaine, en laissant tout le reste intact et libre, et intacte encore plus toute la jambe; il suffit, dis-je, de cela pour voir excités dans cette jambe les convulsions et les mouvements les plus forts; et cela, soit qu'on employe une électricité artificielle étrangere, soit qu'on mette en mouvement le fluide électrique inhérent au nerf lui-même. Voici de quelle manière je fais ces expériences.

(19.) EXPERIENCE A. Je serre, avec des pincettes, le nerf ischiatique un peu au dessus de son insertion dans la cuisse, et j'applique, quelques lignes plus haut une piece de monnoye, ou une autre lame métallique, sur ce même nerf, detaché soigneusement des ses adhérences, et soutenu par un fil, ou appuyé à une plaque de verre, à un bâton de cire d'Espagne, ou de bois sec, ou à tout autre corps mauvais conducteur. Alors appuyant le ventre d'une bouteille de Leyde, très foiblement chargée, aux dites pincettes, je porte le crochet en contact de l'autre lame métallique; et voila que la décharge qui se fait, quand même elle n'est pas assez forte pour donner la moindre étincelle, fait entrer en convulsion tous les muscles de la cuisse et de la jambe, qui est secouée et s'élance avec plus ou moins d'impetuosité. Et cependant toute cette jambe, et une partie même du nerf qui en deborde, se trouvoient, comme on voit, hors la route que le fluide électrique a parcouru dans son trajet, de sorte qu'une petite partie seulement du nerf a pu être irritée; cela néanmoins a suffi pour occasionner la contraction des muscles.

(20.) EXPERIENCE B. Il en est de même, c'est-à-dire de semblables convulsions

Digitized by Google

et mouvements de la jambe ont lieu, sans avoir recours à une électricité étrangere, par la décharge qui se fait, en certaine manière naturellement, lorsqu'ayant appliqué, comme ci-dessus, les mêmes pincettes, ou une lame d'argent, à une partie du nerf, et une lame de tout autre métal, et surtout d'étain ou de plomb, à une autre partie, on les fait simplement communiquer entr'elles, soit par un contact immédiat, ou par l'entremise d'une troisième piece de métal, qui fasse l'office d'arc conducteur.

(21.) Or donc voila les mêmes effets, des convulsions et mouvements musculaires les plus vifs, sans que la décharge de fluide électrique se fasse entre les nerfs et les muscles, comme Mr. GALVANI suppose toujours; et sans qu'il soit besoin qu'un bout de l'arc conducteur communique aux uns, et l'autre bout aux autres. Mais aussi l'autre condition, de dépouiller un nerf quelconque et le mettre à nud, n'est pas plus requise, comme les expériences suivantes vont montrer.

EXPERIENCE C. J'applique les armures, ou lames de différents métaux (c'est cette difference des armures qui est essentielle) (Sect. 14 et 15) à une grénouille toute entière et vivante, revetue même de sa peau, en un mot intacte: je colle, par exemple, une feuille mince d'étain sur son dos, ou sur les reins, et je pose une piece de monnoye d'argent sous ses cuisses, ou sous son ventre, l'y comprimant un peu; cela fait, j'avance cette monnoye, en la glissant, jusqu'au contact de la feuille d'étain, ou bien j'établis une communication entre ces deux armures, moyennant un fil d'archal, ou une autre piece de métal quelconque; et voila qu'il s'excite des convulsions spasmodiques dans tous les muscles du ventre, des cuisses, du dos, avec de violentes secousses des jambes, une contraction et courbure de l'épine, etc. lesquelles convulsions et spasmes, quoique presqu'universelles, sont cependant plus marqués dans les membres et muscles qui touchent, ou avoisinent, les armures, et plus encore dans ceux qui dépendent des principaux nerfs proches eux-mêmes aux dites armures.

(22.) Ces expériences reussissent dans quelques autres animaux; dans les poissons, et dans les anguilles sur-tout, aux-quels il n'est pas nécessaire d'ôter la peau, quoiqu'elle ne laisse pas que d'empêcher un peu l'action. C'est pourquoi en la leur otant, au moins en partie, particulièrement à la grenouille, on obtient plus surement les effets, et on les obtient beaucoup plus grands. On gagne encore, à cet égard, si on coupe la tête à la grenouille, et si on finit de la tuer en lui enfonçant une grosse épingle dans la moëlle épiniere; on excite alors, par le moyen décrit des armures métalliques différentes, des mouvements plus forts, ou qui paroissent au moins plus marqués, parce qu'ils ne se confondent pas avec les autres mouvements que l'animal se donne étant en vie.

(23.) S'il est avantageux, comme on vient de voir, d'ôter la peau aux grenouilles, quoique fort mince et assez humide, il l'est beaucoup plus, et même

Digitized by Google

nécessaire, de l'ôter à presque tous les autres animaux, lezards, salamandres, serpents, tortues, et sur-tout aux quadrupedes, et aux oiseaux, fournis d'une peau plus seche et beaucoup plus épaisse, pour reussir dans ces expériences. Voici donc comment je m'y prends.

EXPERIENCE D. J'attache à une table, au moyen de quelques grosses épingles, un lezard, une souris, un poulet, etc. et en faisant une incision à la peau et aux autres intéguments, jusqu'à la chair nue, sur le dos de l'animal ainsi assujetti, je renverse les intéguments des deux cotés; j'en fais autant à la cuisse ou à la jambe, après quoi j'applique les deux armures aux endroits dénués, ici la feuille d'étain, là la cuiller ou la piece de monnoye. Alors, toutes les fois que je fais communiquer entr'elles ces deux armures, il s'excite de fortes contractions dans les muscles adjacents, et sur-tout dans ceux de la cuisse et de la jambe, qui remue et se debat très-fort. Ces secousses sont beaucoup plus violentes selon que la feuille d'étain se trouve appliquée plus près du nerf ischiatique, et la lame d'argent mieux appliquée au muscle qu'on appelle *gluteus*, ou à l'autre dit *gastrocnemius*, et toujours plus si on va jusqu'à découvrir ce même nerf, et à le revêtir lui-même de la feuille d'étain; si, le laissant attaché seulement aux muscles dans lesquels il s'implante, on lui ôte tout autre adherence; si enfin on détache tout le membre du reste du corps, avec son nerf pendant, et on l'assujettit seul aux expériences.

Je suis, etc.

Septembre 13, 1792.

A. VOLTA.

Digitized by Google

Digitized by Google

XII (B).

SECONDA LETTERA.

25 *Ottobre* 1792.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
Phil. Tr. P. I. 1793. pg. 27. Ant. Coll. T. II. P. I. pg. 141.	Cart. Volt.: **J 16; L 8.** N 26.

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da Phil. Tr.

DATA: da Phil. Tr. (al § 8 della Memoria III sull'Elettricità animale — lettera all'Aldini — il V. dice che questa lettera fu scritta nell'Agosto).

J 16 è costituito da vari frammenti scritti in francese.

L 8 è un Mns. completo, con aggiunta (§ 52 e parte del § 53) comune a parte delle fonti manoscritte del N° VIII (C).

In Cart. Volt. N. 26 è una lettera di ricevuta, ringraziamento e congratulazione di Sir Joseph Banks, Presidente della Società Reale di Londra, in data Londra, 27 Novembre 1792.

Digitized by Google

Digitized by Google

SECONDA LETTERA.

25 *Ottobre* 1792.

(24.) Au reste on comprend bien que ce que je viens de faire observer, par rapport au nerf ischiatique et à la jambe, a lieu pour le nerf brachial et le bras, et pour tout autre nerf rélativement aux muscles et membres régis par ces nerfs.

(25.) Ces dernières préparations reviennent à celles de Mr. GALVANI; et elles prouvent bien qu'il est avantageux de mettre à découvert les nerfs, et plus encore de les détacher tout-au-tour; mais nullement que ce soit une condition nécessaire, puisque on ne manque pas d'obtenir les mêmes convulsions et mouvements des membres lorsqu'on découvre simplement les muscles, et qu'on laisse tous les nerfs enveloppés et cachés sous eux dans l'état naturel, commes toutes mes autres expériences ci-devant rapportées (Sect. 21, 22, 23) font voir.

(26.) Après ces essais sur des reptiles, sur des oiseaux, et sur de petits quadrupedes, je procedai à d'autres animaux plus grands, lapins, chiens, agneaux, bœufs; et non seulement je parvins à produire de semblables effets par toutes les manières décrites, mais à en obtenir de plus marqués et plus durables, à raison que la chaleur vitale se soutenoit dans ces grandes animaux, et dans leurs membres, plus long-tems. Car je ne dois pas négliger de dire, que si dans la plûpart des animaux à sang froid et particulièrement dans les grenouilles, la vitalité subsiste dans les membres tronqués plusieurs heures, cette vitalité qui les rend si sensibles à la plus foible irritation électrique, elle ne dure gueres que quelques minutes dans les membres découpés des animaux à sang chaud, et disparoit communément avant que toute cette chaleur animale soit dissipée.

(27.) Ayant eu un tel succès de mes expériences sur des animaux grands et petits de toute espèce, tantôt vivants et dans toute leur intégrité, tantôt écorchés, quelquefois décapités, et disséqués de différentes manières, et dans chacun de leurs gros membres tronqués; et presque toujours sans cette préparation requise par Mr. GALVANI, c'est à dire, sans mettre à découvert les nerfs, je voulus aller plus loin, et essayer sur de petits membres, sur un seul muscle,

Digitized by Google

et sur de petits morceaux de muscles; et le nouveau succès que j'en ai eu m'a conduit à d'autres découvertes, que j'exposerai bientôt après avoir décrit quelques unes de ces expériences.

(28.) EXPERIENCE E. J'ai coupé tantôt une jambe avec la cuisse, tantôt la jambe seule, tantôt une moitié ou un quart de jambe, à une grenouille; et ayant appliqué, à l'ordinaire, à une partie de la piece coupée la feuille d'étain, et à une autre partie la lame d'argent, et fait communiquer entr'elles ces armures, j'obtins toujours des convulsions et mouvements. J'en ai détaché un seul muscle, par exemple le *gluteus* ou le *gastrocnemius;* d'autres fois je n'en ai pris qu'un morceau pas plus gros qu'un grain d'orge; mêmes effets, savoir, des contractions très vives et spasmodiques de ces muscles, ou de ces morceaux de muscles, moyennant l'artifice de deux armures différentes, etc.

EXPERIENCE F. J'ai répété les mêmes expériences sur une jambe, une moitié et un tiers de jambe, sur un seul muscle, et un fragment de muscle, de poulet, et d'autres oiseaux; sur une tranche du *gluteus* d'un lapin, d'un agneau, etc. et j'ai eu les mêmes effets tout le tems que les chairs ont conservé une chaleur sensible. (Sect. 26)

(29.) Ainsi donc on excite des contractions très fortes dans les muscles des animaux à sang chaud, comme à sang froid, et dans toutes les parties coupées des muscles; et on les excite par le simple artifice des armures métalliques différentes, appliquées au muscle lui-même, sans aucune préparation des nerfs, même sans decouvrir ceux-ci. Ailleurs nous avons vu qu'on les excite également, et par le même moyen des armures appliquées à deux parties voisines du nerf seul, (Sect. 19 et 20. Expérience A et B) d'où j'ai raison de conclure qu'il n'est pas du tout necessaire qu'il se fasse une décharge de fluide électrique entre nerf et muscle, ou qu'il s'en transporte de l'interieur à l'exterieur de ce dernier par le nerf et par l'arc conducteur, comme Mr. GALVANI suppose, ou *vice versa*; et qu'il n'y a aucune comparaison à faire du muscle avec la bouteille de Leyde et sa décharge, dans les expériences dont il s'agit ici. Qu'y a-t-il en effet qui resemble, et qu'on puisse expliquer analogiquement à la bouteille, lorsque les deux lames de métal, auxquelles arrivent les deux bouts de l'arc conducteur, se trouvent appliquées très près l'une de l'autre à l'extérieur du même nerf (Expérience A et B), ou sur l'extérieur de deux muscles semblables, ou sur le même muscle? (Expérience C, D, E, F) il faut convenir qu'on feroit inutilement des efforts pour soutenir ici une analogie avec la bouteille de Leyde.

(30.) EXPERIENCE G. Ayant revêtu de deux feuilles, une d'argent l'autre d'étain, les deux cuisses d'une grenouille aux endroits précisement correspondants, on excite les contractions des muscles et les mouvements ordinaires des jambes, au moment qu'on fait communiquer par un arc conducteur ces deux armures.

Digitized by Google

(31.) Est-ce comme cela, je demande, que se fait la décharge de deux bouteilles de Leyde, en établissant une communication entre les surfaces homologues? Laissons donc là ces idées de bouteille et décharge, et toute explication forcée, et disons simplement qu'il se fait ici, et dans les expériences analogues, un transport de fluide électrique de l'une à l'autre des deux parties convenablement armées; transport déterminé, non par un *excès respectif* de ce fluide, qu'on ne sauroit naturellement supposer entre des parties similaires, mais par la diversité de ces mêmes armures, qui doivent être de différents métaux, comme j'ai eu soin d'indiquer déjà, (Sect. 20 et 21. Expérience B et C) et toujours inculqué dans la suite.

En effet,

(32.) EXPERIENCE H. Si deux muscles, ou deux endroits d'un seul muscle, sont armés pareillement, c'est à dire, de deux lames d'un même métal, égales aussi quant à leur trempe et dureté, souplesse ou rigidité, quant au poli ou à la rudesse des superficies, et appliquées de la même manière, on aura beau les faire communiquer par un arc conducteur, il ne s'en suivra aucune convulsion, aucun mouvement.

(33.) J'avoue qu'il n'est pas aisé de concevoir comment et pourquoi la simple application de deux armures dissemblables, je veux dire de deux différents métaux, à deux parties similaires de l'animal, et même à des points très proches les uns des autres d'un muscle quelconque, trouble l'équilibre du fluide électrique, et, le tirant de son repos et de son inaction, le sollicite de passer incessamment d'un endroit à l'autre: lequel transflux a lieu sitôt qu'on établit un arc conducteur entre ces deux armures dissemblables, et continue tout le tems que cette communication subsiste. Mais concevable ou non, qu'en soit la cause, c'est un fait que les expériences deja rapportées prouvent assez, et qui sera confirmé par beaucoup d'autres; à la suite desquelles je tâcherai d'en donner quelqu'explication. C'est un fait qu'on doit ajouter à ce que nous connoissions deja en électricité: un fait qui doit surement paroître extraordinaire et difficile à concilier avec les lois communément établies. C'est véritablement une nouvelle loi bien singuliere, que j'ai découverte; une loi qui n'appartient pas proprement à l'électricité animale, mais à l'électricité commune, puisque ce transflux de fluide électrique, transflux qui n'est pas au surplus momentané, comme seroit une décharge, mais continu et suivi tout le tems que la communication entre les deux armures subsiste, a lieu, soit que celles-ci se trouvent appliquées aux substances animales vivantes ou mortes, ou à d'autres conducteurs non métalliques, mais suffisamment bons, comme à l'eau, ou à des corps mouillés. Mais avant que d'en venir aux expériences qui prouvent décidément tout ce que j'avance ici, je dois encore m'arrêter quelque peu sur celles que j'ai deja rapportées (Sect. 20-32).

(34.) Il paroit d'abord par celles-ci qu'on peut exciter, moyennant le simple

Digitized by Google

artifice des armures de différents métaux convenablement appliquées, de fortes contractions dans tous les muscles de tous les animaux, tant qu'ils jouissent encore de quelque vitalité. Une telle conclusion seroit pourtant trop génerale, et l'expérience même, au milieu des preuves que j'ai si fort étendues, m'a appris qu'il faut y mettre des restrictions, tant relativement aux classes et genres d'animaux, que par rapport aux différents muscles de chaque animal.

(35.) Et premièrement pour ce qui est des différentes classes d'animaux; quoiqu'il soit bien constant que tous les quadrupedes, les oiseaux, les poissons, les reptiles, et les amphibies, que j'ai soumis aux épreuves, presentent les phénomenes décrits, il n'en est pas moins vrai que les vers en géneral, et plusieurs insectes, s'y sont refusés. J'ai essayé en vain les vers de terre, les sangsues, les limaces et limaçons, les huitres, et diverses chenilles; je n'y ai pas même pu exciter des mouvements par de petites et médiocres étincelles, et décharges, d'électricité artificielle. Voici de quelle manière j'ai procédé.

EXPERIENCE I. J'ai appliqué la feuille d'étain, et la lame d'argent, à différentes parties, tant exterieures qu'interieures, de ces limaces, sangsues, vers de terre, etc. et le mieux qu'il m'a été possible; et j'ai établi la communication de ces armures métalliques, tantôt en approchant l'une de l'autre jusqu'au contact, tantôt par l'intermede d'un autre métal faisant office d'arc conducteur; mais par tous ces moyens je n'ai jamais pu obtenir le moindre mouvement dans aucune partie de leurs corps.

EXPERIENCE L. J'ai effectué à travers leurs corps, isolés ou non isolés, des décharges de bouteille assez fortes pour exciter une médiocre étincelle, et pour me donner une petite commotion, et ils n'en furent pas sensiblement affectés; point de mouvements ou des convulsions.

(36.) Est-ce donc que les animaux les plus imparfaits, la classe entière des vers, et plusieurs insectes ne possederoient gueres cette sensibilité et irritabilité, cette mobilité électrique, s'il m'est permis de dire ainsi, dont jouissent les autres animaux plus parfaits? Je ne veux point encore tirer cette conclusion génerale de mes expériences, que je n'ai étendues jusqu'à présent qu'à un petit nombre de vers et d'insectes. Encore, à l'égard de ces derniers, je dois dire que j'ai réussi, sans beaucoup de difficulté, sur des ecrevisses, des scarabés, des sauterelles, des papillons, des mouches. Il ne sera pas inutile que j'explique une des manières par lesquelles je viens à bout avec ces animaux, difficiles d'assujettir aux expériences, ou par leur petitesse, ou par les écailles dont ils sont recouverts.

EXPERIENCE M. Après avoir tranché la tête à la mouche, au papillon, au scarabé, etc. je leur fend, tout au long, le corcelet avec un canif, ou de petits ciseaux; et j'introduis profondément dans la fente, près du cou, un morceau de feuille d'étain, (le papier dit improprement argenté est très à propos) et un peu au dessous j'introduis, de même bien avant dans l'intérieur, le tranchant

Digitized by Google

d'une lame d'argent, ou d'une petite monnoye: alors quand j'avance celle-ci jusqu'au contact de la feuille d'étain, les jambes commencent à se plier, à se debattre, et les autres parties, et le tronc même, à s'agiter. Il est fort amusant d'exciter de cette manière le chant d'une cigale etc.

(37.) Ainsi donc j'aurois grand tort de ranger les insectes parmi les animaux destitués, comme le sont les vers deja indiqués, de la faculté électrique dont il s'agit. Tout au plus, si les chenilles se montrent telles, ont peut dire que dans cet état de larve, avant d'atteindre par leur métamorphose l'état parfait, d'acquerir de nouveaux organes, etc. de même qu'elles sont comparables aux vers à plusieurs autres égards, elles le sont aussi à celui de n'être pas douées de la sensibilité électrique.

(38.) Enfin, s'il m'est permis de dire ici ce que je pense, les animaux seulement qui ont des membres bien distincts, des articulations, et des muscles propres pour le mouvement de chacun, de ces muscles qu'on appelle flexeurs, ou élevateurs, et des nerfs propres qui les regissent, se ressentent, et sont saisis d'une contraction réelle et spasmodique, soit par des petites décharges d'électricité artificielle, soit par un foible courant de fluide occasionné par les simples armures métalliques différentes; contractions et spasmes qui entrainent le mouvement, et aussi l'agitation violente des dits membres. Au contraire les vers, et ceux d'entre les insectes qui n'ont point de membres assez distincts, point d'articulations proprement dites, ou qui manquent de ces muscles flexeurs, ou qui ne jouissent que d'un mouvement vermiculair, ne sont point affectés par une semblable électricité. C'est une tout autre économie animale, une tout autre méchanique pour les mouvements de ces animaux, un jeu qu'on a très bien découvert et expliqué dans plusieurs espèces. Voila mes idées, encore un peu vagues, fondées sur quelques expériences; c'est la suite de celle-ci qui doit ou les confirmer, ou les rectifier.

(39.) A l'égard des différents muscles dans le même animal, je suis en état d'avancer quelque chose de plus assuré. Je dis donc, qu'il s'en faut de beaucoup que tous les muscles soient susceptibles de contraction par la foible action électrique dont il s'agit. Il y a une grande distinction à faire par rapport à leur fonction dans l'économie animale; tous ne sont pas soumis à l'empire de la volonté, et prêts aux mouvements spontanés. Or, il n'y a proprement que ceux-ci qui soient capables des contractions spasmodiques, par les moyens décrits. Oui, il n'y a que les muscles obeissants à la volonté que j'ai trouvés susceptibles d'irritation et de mouvement, par l'action de ce foible courant de fluide électrique occasionné par le simple attouchement de deux métaux différents; et point du tout les autres muscles sur lesquels la volonté n'a aucun pouvoir direct, comme ceux du ventricule, des intestins, etc. pas même le cœur, d'ailleurs si irritable. Les muscles du diaphragme oui; (et je le devinai avant que d'en faire l'épreuve) puisqu'ils sont d'entre ceux dont les mouvements dépendent de la volonté.

Digitized by Google

EXPERIENCE N. Il est bien surprenant qu'une tranche de bonne chair musculaire, coupée, par exemple, à la cuisse d'un agneau égorgé une demie heure ou une heure avant; que ce morceau, dis-je, de muscle presqu'entièrement refroidi, et qui ne se ressent plus de l'action d'aucun stimulant méchanique ou chymique, soit si puissamment affecté par le fluide électrique transmis d'une partie à l'autre, au point d'être saisi de contractions spasmodiques très fortes; et qu'au contraire le cœur recemment arraché à ce même animal, et encore tout chaud et très irritable, traité de même, sollicité également par des armures métalliques le mieux adaptées, et l'arc conducteur qui en établit la communication, n'en souffre aucune altération; que ses battements lorsqu'ils sont affoiblis et lents ne redoublent point, et lorsqu'ils sont suspendus ou assoupis ne se reveillent pas, tandis que cela arrive par les plus foibles stimulants méchaniques, ou chymiques.

(40.) Le fluide électrique donc, qui paroît être le stimulant approprié aux muscles de la volonté, ne l'est aucunement pour le cœur, et pour les autres muscles doués des mouvements vitaux et animaux non volontaires. Mais que dira-t-on si je montrerois qu'il n'est pas non plus la cause immédiate, ou efficiente, des mouvements des dits muscles volontaires; que dans ceux-ci mêmes il n'est encore qu'une cause médiate, en tant que les nerfs seuls en sont directement affectés? C'est ce que plusieurs expériences m'ont appris; par lesquelles j'ai été forcé de renoncer aux plus belles et vastes idées. J'aimois à penser, avec Mr. GALVANI, que le fluide électrique mis en mouvement dans les organes, toutes les fois qu'il poussoit son courant jusqu'aux muscles, et qu'il les frappoit avec une certaine force, fit lui-même l'office de stimulant, et excitât l'irritabilité qui leur est propre; que tous les mouvements musculaires s'executassent par une semblable irruption de fluide électrique dans les muscles, soit lorsqu'on employoit l'électricité artificielle, soit lorsqu'on donnoit jeu à l'électricité animale naturelle; qu'enfin les mouvements mêmes qui se font naturellement dans la machine animale vivante, au moins le mouvements volontaires, réconnussent la même cause, savoir l'action immédiate du fluide électrique sur les muscles. Mais, je le repéte, j'ai dû renoncer, non sans regret, à toutes ces belles idées, par lesquelles il nous paroissoit possible d'expliquer les choses à merveille. Oui, il faut limiter beaucoup l'action de l'électricité dans les animaux, et l'envisager sous un autre point de vue, savoir, comme capable seulement d'exciter par elle-même les nerfs, comme j'ai déja indiqué, et comme je vais maintenant prouver [1].

---

[1] *In J 16 a questo punto si legge:*

« Voila comment il faut limiter beaucoup l'action, et l'influence de l'électricité animale. On auroit volontiers pensé avec GALVANI qu'elle étoit la cause efficiente immédiate des mouve-

Digitized by Google

(41.) D'abord, qu'elle puisse agir, et qu'elle agisse effectivement, sur les nerfs, et que ceux-ci excités par elle excitent à leur tour les muscles dépendants, sans même que le courant électrique arrive jusqu'aux dits muscles, c'est un fait qui n'a plus besoin de preuves après celles fournies par les Expériences A. et B. (Sect. 19 et 20) et même par une expérience de Mr. GALVANI, qui fut la première de toutes, et l'origine des autres, suivant son recit. On voit assez que le courant électrique, dans cette expérience du professeur de Bologne, comme dans les miennes que je viens de citer, traverse une partie seulement du nerf crural, et pas un des muscles de la jambe; cependant comme ils dépendent de ce nerf, ils tombent tous en convulsion.

(42.) Mais je vais plus avant, et je soutiens que même dans le cas où le courant électrique (on comprend bien que je n'entends parler que des foibles décharges artificielles, ou de ce courant qui a lieu par la simple application des armures de différents métaux) frappe et penètre les muscles susceptibles de mouvement, ce n'est pas en irritant ceux-ci immédiatement qu'il les fait entrer en contraction, mais en stimulant leurs nerfs. C'est ce qu'indiquent déja mes Expériences C. et D. (Sect. 21 et 23) où la feuille d'étain et la lame d'argent se trouvant appliquées immédiatement aux parties musculeuses de l'animal, soit entier, soit écartelé, ce ne sont pas tant les muscles couverts par les deux armures métalliques qui souffrent les plus violentes contractions, que ceux qui dépendent de quelque nerf principal, auquel soit proche l'une ou l'autre des armures. C'est ainsi dans la grenouille, lorsque la feuille d'étain est appliquée sur les reins, ou gissent à peu de profondeur les nerfs cruraux, les muscles des jambes sont saisis de fortes convulsions plus que tout autre, plus même que ceux qui touchent ou avoisinent l'autre armure, c'est à dire, la lame d'argent. J'ai déja fait observer la même chose dans les quadrupedes, chiens, agneaux, etc. par rapport au nerf ischiatique (Expérience D) et je dois ajouter seulement, que la jambe ne laisse pas d'être sécouée lorsque ce nerf n'est pas trop caché sous les chairs et autres intéguments, et on applique comme il faut à cet endroit une des armures; quand même on ne feroit point répondre l'autre ni au muscle *gluteus*, ni à aucun muscle de la jambe, mais à un autre quelconque, pourvu qu'il ne soit pas trop éloigné. Voila encore pourquoi,

---

ments de tous les muscles: mais on ne peut plus soutenir cette belle idée à present que mes expériences font voir, que les muscles qui ne sont point susceptible des mouvement par l'action de la volonté, ne le sont pas plus par celle de l'électricité dont il s'agit; et que par consequence ils réconnoissent pour leurs mouvements quelque ils soient une cause tout-à-fait différente. On vient de voir en effet, comment un cœur encore plein de vie, et que tous les stimulants mechaniques et chymiques irritent puissamment et font entrer en de fortes et fréquentes contractions, n'est point du tout affecté, continue son ritme de pulsations sans aucune alteration sensible, ou s'il l'avoit deja perdu il reste immobile ». [*Nota della Comm.*]

Digitized by Google

EXPERIENCE O. Si on applique à la grénouille, ou à d'autres pétits animaux, la feuille d'étain tout le long de l'épine du dos, d'où sortent tous les nerfs du tronc et des membres; et l'autre armure à une autre partie quelconque, tous ces membres se debattent, les muscles, non seulement des jambes mais du ventre et du dos, souffrent des contractions spasmodiques, et le tronc lui-même se courbe et se plie en arc; en un mot les convulsions sont génerales. L'expérience est encore plus frappante dans un lezard que dans une grenouille, et je vais la décrire.

EXPERIENCE P. Ayant coupé la tête à un lezard, et découvert les muscles du dos en enlevant la peau, j'applique un morceau de feuille d'étain au bout tronqué, de manière que cette feuille deborde un peu et s'éleve sur les épaules, et je pose une monnoye d'argent sur le milieu de l'épine; enfin je fais avancer, en glissant, cette monnoye jusqu'au contact de la dite feuille. A l'instant les jambes remuent, la queue se replie tortueusement, et tout le corps agité se courbe et s'élance de droite à gauche, et de gauche à droite. N'est-ce pas à cause que la partie supérieure de la moëlle épiniere, la source principale des nerfs, est irritée?

(43.) On peut obtenir, par une semblable opération [*] à-peu-près les mêmes effets dans une souris, un petit oiseau etc. mais il faut en ôter, non seulement la première peau et les autres intéguments, mais aussi de la chair, à raison que leur dos est plus charnu, et les principaux nerfs et la moëlle se trouvent plus cachés par cette chair, et par les os mêmes du tube vertebral. Il est aisé en effet de comprendre que le courant de fluide électrique, occasionné par les deux armures, ne penetrant qu'à une certaine profondeur les parties de l'animal recouvertes par ces armures, ne peut guere atteindre ni la moëlle épiniere, ni les principales branches des nerfs, qui entrent dans l'intérieur des membres, si les os, la chair, et d'autres intéguments interposés ont une epaisseur consisiderable. On comprend aussi pourquoi dans les grands animaux, chiens, agneaux, etc. on ne réussit pas à exciter de cette manière des mouvements dans tous les membres, je veux dire en appliquant les deux armures au dos, quoique décharné. Les gros troncs des nerfs restent encore trop cachés, et ensevelis; il n'y a que des branches ou ramifications qui gissent peu au dessous des dites armures, et ces branches n'aboutissent, pour la plus-part, qu'à certaines parties extérieures et voisines; en conséquence on ne voit naitre communément que des contractions et des palpitations superficielles dans tel ou tel autre muscle. Ou si par hazard tout un membre est mis en mouvement, c'est que le nerf qui entre dans son intérieur, et regit ce mouvement, se trouve peu caché, qu'il n'y a qu'un leger voile, une couche peu epaisse qui le couvre,

[*] *In* L 8 *leggesi* « preparation ». [*Nota della Comm.*]

Digitized by Google

des fibres minces seulement interposées entre lui et l'une ou l'autre des armures métalliques; comme on a pu observer dans les Expériences D et suivantes, (sect. 23 etc.) où il suffisoit, pour exciter de grands mouvements dans la jambe d'un chien, ou d'un agneau, d'appliquer une des armures près du nerf ischiatique, et plus on en approchoit, et plus on amincissoit la couche de chair qui l'enveloppoit, plus les mouvements de la jambe étoient forts.

(44.) Il faut donc connoître la position des nerfs, leur direction etc. et il faut enlever non seulement les intéguments communs, la graisse, etc. mais aussi partie de la chair qui couvre et enveloppe les dits nerfs, il faut amincir plus ou moins cette enveloppe, avant que d'y appliquer l'armure métallique, pour obtenir dans les grands animaux le mouvement de tel ou tel autre membre, outre les contractions et palpitations superficielles de quelques muscles. Il est peut-être impossible d'exciter ces mêmes mouvements et convulsions dans tous les membres à la fois; tandis que cela n'est pas difficile dans les petits animaux, comme nous avons vu ci-dessus (Sect. 42. Expérience O et P) en leur ôtant seulement la peau, ou partie des autres intéguments; ce qui n'est pas même necéssaire pour la grenouille, à la quelle on peut laisser la peau, qui, étant extremement mince et humide, n'empêche pas par son interposition que le courant électrique atteigne les principaux nerfs, ou la moëlle épinière.

(45.) Mais s'il faut avoir égard à la direction des principaux nerfs, pour determiner les mouvements dans les différents membres, il faut aussi faire attention à la position des armures relativement aux muscles; puisque ceux qui se trouvent interposés, et plus près de l'une ou de l'autre armure, sont en géneral plus sujets à contracter des convulsions spasmodiques, et souvent aussi sont les seuls dans lesquels on les observe; par exemple, lorsque les armures ne repondent à aucun gros nerf, ou, s'il y'en a, lorsqu'ils se trouvent trop enveloppés et trop profondément cachés.

(46.) Cela, et les Expériences E, F (sect. 28) où un muscle seul, et même un morceau de muscle, traité à l'ordinaire, ne laisse pas de souffrir des contractions très fortes, pourroient faire croire que le fluide électrique produisît ces mouvements en irritant les fibres musculaires elles-mêmes sans l'intervention des nerfs; l'action desquels par conséquent ne seroit ni *primaire*, ni absolument nécessaire, comme je pretends. Mais l'argument tiré de ces exemples n'a aucune force, tant qu'on ne prouve pas que dans ces muscles, dans ces morceaux de muscle, il n'y ait gueres de nerfs; puisque s'il y en a, (et certainement il doit y avoir, et il y a, des ramifications nerveuses dans chaque portion sensible, j'ai presque dit dans chaque fibre musculaire) je puis toujours soutenir que ce sont ces filets nerveux, dont la substance du muscle se trouve parsemée, qui sont immédiatement affectés par le fluide électrique qui pénetre cette même substance; que ce fluide déployant son action sur les nerfs extremement sensibles, action qui finit là, ceux-ci exercent la leur sur les

Digitized by Google

muscles, etc. Je puis, dis-je, soutenir avec assez de vraisemblance que le fluide électrique n'a par lui-même d'influence au phénomene des contractions musculaires, qu'en ce qu'il en excite les nerfs; en un mot, qu'il n'en est pas la cause immédiate. Une telle assertion, que les choses expliquées jusqu'ici rendent plus que probable, est prouvée directement, et de la manière la plus évidente, comme je vais montrer, par plusieurs expériences que j'ai faites sur la langue: expériences qui m'ont conduit à d'autres découvertes, aussi intéressantes que curieuses.

(47.) Etant parvenu à exciter des convulsions toniques, et les mouvements les plus forts, dans les muscles, et dans les membres, non seulement des petits mais des grands animaux, sans découvrir aucun nerf, par la simple application des armures de différents métaux aux muscles denués des intéguments, je pensai bien-tôt si on ne pourroit pas obtenir la même chose dans l'homme. Je conçus que la chose réussiroit très bien dans les membres amputés; mais dans l'homme entier et vivant comment faire? Il auroit fallu aussi ôter les intéguments, faire des incisions profondes, emporter même une partie des chairs aux endroits sur lesquels on alloit appliquer les lames métalliques, (comme j'ai fait remarquer qu'il faut faire souvent aux parties charnues des grands animaux). Heureusement il me vint dans la tête, que nous avons, dans la langue, un muscle nu, dépourvu au moins des intéguments épais dont sont couvertes les parties extérieures du corps, un muscle qui est très mobile, et mobile à volonté. Voila donc, me disois-je, toutes les conditions requises, pour pouvoir y exciter de vifs mouvements par l'artifice ordinaire des armures différentes. Dans cette vue je fis, sur ma propre langue, l'expérience suivante.

(48.) EXPERIENCE Q. Ayant révêtu la pointe de la langue, et une partie de sa surface superieure, dans l'étendue de quelques lignes, d'une feuille d'étain, (le papier dit argenté est le plus à propos) j'appliquai la partie convexe d'un cuiller d'argent plus avant sur le plat de la langue, et en inclinant cette cuiller je portai sa queue jusqu'au contact de la feuille d'étain. Je m'attendois à voir tremblotter la langue; et je faisois, pour cela, l'expérience devant un miroir. Mais les mouvements que j'osois prédire n'arriverent pas; et j'eus, au lieu de cela, une sensation à laquelle je ne m'attendois nullement; ce fut un goût aigre assez fort, sur la pointe de la langue.

(49.) Je fus d'abord fort surpris de cela; mais réflechissant un peu à la chose, je conçus aisément, que les nerfs qui aboutissent à la pointe de la langue, étant les nerfs destinés aux sensations du goût, et nullement aux mouvements de ce muscle flexible, il étoit tout-à-fait naturel, que l'irritation du fluide électrique, mu par l'artifice ordinaire, y excitât une saveur, et pas autre chose; et que pour exciter dans la langue les mouvements dont elle est susceptible, il faudroit appliquer une des armures métalliques auprès de sa racine, où s'im-

Digitized by Google

plantent les nerfs destinés à ces mouvements; ce que je verifiai bientôt par cette autre expérience.

(50.) EXPERIENCE R. Ayant coupé à un agneau tout recemment égorgé, la langue près de sa racine, j'appliquai une feuille d'étain à l'endroit de la coupure, et la cuiller d'argent à une de ses surfaces; procedant alors à établir une communication, comme il faut, entre ces deux armures métalliques, j'eus le plaisir de voir la langue entière tremousser vivement, élever sa pointe, se tourner et se replier de part et d'autre, chaque fois et tout le tems qu'une telle communication avoit lieu.

(51.) J'ai répété cette expérience sur une langue de veau, que je posai, armée de la même manière de la feuille d'étain près de sa racine, sur un plat d'argent, pour qu'il fît l'office de l'autre armure; et le succès fût le même. Je l'ai répétée aussi sur la langue d'autres petits animaux, comme souris, poulets, lapins, etc. et j'obtins prèsque toujours le même effet. Je dis presque toujours, car quelques fois il manqua dans la langue des petits animaux; soit que la feuille d'étain ne fût pas appliquée convenablement à l'endroit juste, où les nerfs qui regissent les mouvements de la langue y ont leur insertion; soit que la langue refroidie eût déja perdu sa vitalité, qui ne dure guères long-tems dans les muscles des animaux à sang chaud, comme j'ai déja fait observer, (sect. 26) et particulièrement dans la langue.

Je suis etc.

Octobre 25, 1792.

A. VOLTA.

Digitized by Google

Digitized by Google

XII (C).

SEGUITO

IN FORMA DI LETTERA PARTICOLARE A TIBERIO CAVALLO.

Pavia, Maggio 1793.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
	Cart. Volt.: **E 35;** J 7; **J 8;** J 24; J 40; F 51; F 53; N 28.
	Londra. Roy. Soc. (*).

OSSERVAZIONI.

TITOLO:

DATA: In E 35 leggesi: « 20 Maggio 1793 »; nel Mns. presso Roy. Soc. leggesi: « Pavia, 22 Maggio 1793 ». L'estratto fu letto alla Roy. Soc. il 5 Dic. 1793.

E 35 è un Mns. di 10 pg. con introduzione epistolare.

J 7 (α, β, γ) e J 8 α sono quattro minute ripetute del principio della lettera simili all'estratto inglese che fu letto alla Roy. Soc. e che cominciano quasi con le medesime parole.

J 8 (β, γ, δ) e J 24 sono brani alquanto estesi sullo stesso argomento, presentano la divisione in paragrafi e per l'andamento analogo ai Mns. sopracitati pare debbano assegnarsi allo stesso tempo. J 24 fa materialmente seguito a J 8 δ.

J 40 è un brevissimo frammento di una prima minuta del principio.

(*) In Cart. Volt. Copia del Mns.

Digitized by Google

Tutti questi Mns. sono in italiano.

Nel presente Numero si pubblicano:

1°: l'introduzione epistolare: da E 35;

2°: l'estratto inglese letto alla Soc. Roy. (gentilmente comunicato dal Prof. Silvanus P. Thompson);

3°: il contenuto di J 8 γ nonostante qualche ripetizione, perchè questo Mns. illustra alcune sperienze e si diffonde a dimostrare i principî riassunti nell'estratto inglese.

Forse il V. avrebbe tratto da J 8 γ la continuazione di L 10 (che si stampa nel seguente N. XII (D)) là dove questo è evidentemente interrotto.

In Cart. Volt. F 51 è la lettera autografa di T. Cavallo datata: *Londra*, 26 *Luglio* 1793, nella quale accusa ricevuta della lettera del V. datata 22 Maggio 1793 e risponde in argomento.

In Cart. Volt. F 53 è la lettera autografa di T. Cavallo datata: *Londra*, 16 *Dicembre* 1793, nella quale lo scrivente dichiara di non avere comunicato subito al Presidente della Roy. Soc. la lettera del V. del 22 maggio 1793, nell'attesa d'una promessa ulteriore comunicazione dello stesso V. sull'argomento: annunzia di avere avuto sollecitazione dal Presidente di consegnare la lettera, che fu subito tradotta in inglese e letta nella seduta della Roy. Soc. del 5 Dicembre 1793. Si duole dei rimproveri ricevuti dal Presidente Sir J. Banks e si rimette pienamente al V. perchè giudichi la sua condotta.

In Cart. Volt. N 28 è una lettera autografa di Sir J. Banks datata: *Londra*, 20 *Dicembre* 1793, scritta in inglese, nella quale accennando alla ritardata consegna da parte di T. Cavallo della lettera del V., lo scrivente annunzia che la lettera fu comunicata e lodata altamente in seno alla Società, la quale avrebbe conferito al V. la medaglia annuale, destinata alla comunicazione più interessante, se la Memoria avesse potuto essere considerata come completa; mentre con la lettera del 22 Maggio il V. si era limitato a riassumere le sue ultime sperienze, promettendo la vera e propria terza ed ultima parte.

Nell'anno successivo la medaglia gli fu conferita, come risulta da Phil. Trans., parte I, anno 1795:

« *The* PRESIDENT *and* COUNCIL *of the* ROYAL SOCIETY *adjudged, for the year* 1794, *the Medal on Sir* GODFREY COPLEY'S *Donation, to Sig.* ALESSANDRO VOLTA, *Professor of Experimental Philosophy in the University of Pavia, for his several communications explanatory of certain Experiments published by Professor Galvani* ».

Digitized by Google

SEGUITO

IN FORMA DI LETTERA PARTICOLARE A TIBERIO CAVALLO.

Pavia. Maggio 1793.

Al Sig. TIBERIO CAVALLO *a* LONDRA.
20 *Maggio* 1793.

Amico Car.mo e P.rone Stim.o

Una commissione, che ricevo, mi dà occasione di scrivervi più presto di quello che forse avrei fatto, sebbene sono in dovere di continuarvi la relazione delle mie sperienze sul soggetto dell'*Elettricità animale*. La commissione è di procurar delle notizie intorno *al precipitato per sè* [1], cioè se se ne faccia grande uso presentemente in Inghilterra, a quanto si venda costì; e a qual prezzo lo potremmo avere qui in Italia provvedendone da voi all'ingrosso. Vi prego dunque a soddisfare a queste domande scrivendomi subito; acciò possa io pure contentare al più presto chi mi ha dato premurosamente l'incarico di prendere tali notizie.

Ora dovrei dirvi perchè ho lasciato passare tanti mesi prima di ripigliare l'interrotto Saggio sull'Elettricità animale. Ma perchè non troverei forse scuse abbastanza buone, non voglio dir altro in mia discolpa, se non che aspettai gran tempo per sentire da voi, mio caro amico, o da alcun altro dei nostri Colleghi, qual incontro avesse avuto quella parte di scritto, che già mandata vi avea. Intanto io proseguiva, interrottamente però, e non col maggiore impegno le mie ricerche. Ricevetti finalmente una lettera obbligantissima dal Cav. Banks

[1] *Cinabro (ossido di Mercurio)*. [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

Presidente di cotesta Società R. in data dei 27 9bre. (ma la ricevetti, non so per quale ritardo, soltanto in Gennajo) colla quale facendo plauso alle mie piccole scoperte, e approvando la maniera con cui io avea preso a considerare il nuovo soggetto, m'incoraggia a continuare le mie ricerche, e a darne conto come innanzi alla Società Reale. Così poi ricevetti anche la lettera d'ufficio del Secr.° Planta con l'aggiunta di vostre righe; ed anche questa, non so come, fu ritardata di più d'un mese, non essendomi pervenuta che verso la fine di Marzo. Avrei voluto per le fattemi istanze, ritornar colla mano all'opera incominciata, ed interrotta; ma in questi tre mesi di Aprile, Maggio, e Giugno, essendo io molto occupato per la Scuola, le Sper.e pubbliche, esami, lauree, ed altre cose appartenenti al mio impiego, nell'Università, pensai rimettere quello che mi resta di tal lavoro, ai susseguenti mesi delle nostre vacanze, che cominciano allo scadere di Giugno, e durano fino al 9bre. Ecco dunque quello che mi propongo di fare, che prometto, e che manterrò infallantemente per corrispondere alle vostre istanze e a quelle del prefato Cav. Banks, cui pregovi rinnovare i miei ossequj e ringraziamenti. Non vi sappia male una tal dilazione: mercè di cui verrà viemmeglio sviluppata la materia, e comparirà ricco lo scritto di tante sperienze dippiù, che ho fatte dalla Primavera e State dell'anno scorso a questa parte, e che andrò in questo frattempo facendo. Non ostante però che io riservi al tempo indicato l'esposizione sufficientemente detagliata [2] de' nuovi ritrovati, un cenno voglio pur darvene preventivamente in questa lettera, profittando dello spazio, che mi concede il foglio.

Avendo terminata la 2ª lettera colla descrizione di quella curiosa sperienza, onde vengo ad eccitare sulla lingua un vivo sapor acido, più o men vivo mercè l'applicare alla sua punta una lamina di stagno, e al suo dorso una d'argento, e il far indi comunicare tali lamine fra loro o immediatamente, proseguirò qui a darvi contezza intorno a questo nuovo genere di prove. [3]

---

[2] *Sic.* [*Nota della Comm.*].

[3] *Sin qui l'introduzione epistolare tratta da* E 35, *la quale doveva precedere, in una lezione più o meno vicina, al tratto strettamente scientifico tradotto in inglese e letto alla Roy. Soc. dal Cavallo, che pubblichiamo qui di seguito.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

ESTRATTO

DELLA LETTERA A TIBERIO CAVALLO

22 *Maggio* 1793

Extract of a letter from Mr. Alexander Volta, F. R. S., Professor of Natural Philosophy in the University of Pavia, to Mr. Tiberius Cavallo, F. R. S., containing some further remarks on the Influence discovered by Mr. Galvani.

Read December 5, 1793.

I have varied, in many ways, the experiments respecting the taste excited upon the tongue, by the application of the two metals, Tin and Silver, and of other metals dissimilar in themselves; for this dissimilarity is a most essential condition. And one of the most remarkable circumstances I have observed is, that if, instead of applying the tin to the tip of the tongue, and the silver to the back part of it, you apply contrariwise, the tin upon the back part of it, and the silver upon the tip, as soon as you make a communication between these metallic coatings, the tip of the tongue will not, as before, perceive an acid taste, but an acrid burning taste, which may be called alkaline. Yet all the combinations of metals capable of exciting the acid taste are not capable of exciting the alkaline one, by inverting the experiment in the manner described, but only those which excite a very strong acid taste, such as Zinc or Tin or Lead, opposed to Silver, Gold, Platina, or Mercury. All the other combinations, by means of which the acid taste is obtained only in a weak or moderate degree, as by placing Iron or Copper in opposition either to Silver or Gold, or to lead, or Tin, are inactive with respect to the alkaline taste. Omitting for the present all enquiries into the reasons why it is so much more difficult to excite the alkaline taste than the acid one, by means of the forementioned expedient of metallic coatings; I shall lead you to reflect upon the inferences which must necessarily be drawn from this diversity of sensation. The nerves of taste are differently affected by the current of Electric fluid drawn into circulation by the virtue and power of two different metals applied to the tongue; the nervous papillae, which are numerous and almost naked, at, and about the tip of the

Digitized by Google

tongue, are, I say, differently affected according as this current goes against and strikes the tip, so that the fluid enters into it; or, as it moves in a contrary direction, so as to go out of it. Now since, when the tin is applied to this most sensible part of the tongue, and the silver to the back part, the acid taste is perceived, and by inverting the position of the metals, the alkaline one, the following questions naturally arise; When does the Electric fluid enter, when does it go out? Which of the two metals gives it to the tongue, which receives it?

In order to discover this I returned to the artificial Electricity of the Machine, and I found that the acid taste is excited when the electric current comes against the point of the tongue (when the fluid enters it); and that when the current moves in a contrary direction (when it goes out), either no taste is excited, or it is alkaline. Make trial by presenting the tip of the tongue to the extremity of an Electrified Conductor with a blunt point, at such a distance as that no spark sufficient to strike the tongue sharply may be produced, but only so that the tip of the tongue may be stimulated by the electric air. If the Electricity of the Conductor should be positive, you will perceive a weak acid taste; if negative, either no taste at all, or one a little alkaline. The experiment will succeed better if, to the blunt metallic point, you substitute a small cone of wood, which spits out the fire without giving sparks, even to a body very near it. Also by bringing the tongue immediately into contact with the conductor, or with the cone of wood, or other body annexed to it, (particularly if the tongue be wet) and keeping it firmly applied to it while the machine is made to act, the same acidulous taste is perceived from positive Electricity, and from negative, either none at all, or, when the machine acts very strongly, a trifling alkaline sensation.

Tin then, which, when applied to the tip of the tongue acts like a conductor positively electrified, that is excites upon it the same acid taste, and even a stronger one; Tin I say, (and also Zinc and Lead) causes the Electric fluid to enter into the Tongue. Silver, (and also Gold, Platina and Mercury) which acts like a conductor negatively electrified, either exciting no taste or an alkaline one, draws out the fluid. This fluid, returning afterwards from the Silver to the Tin, which for that purpose, must communicate together, either immediately, or by the interposition of other metals, continues in that manner to circulate, and, for the same reason, the Taste continues to be perceived on the tongue; neither do the spasmodic convulsions, or tetanus cease, in a frog prepared and submitted to such experiments, till, by removing one or other of the communications, the circle is interrupted.

Such is the Theory of this new principle of Electricity, for which, however, the name of Animal Electricity is by no means proper, in the sense intended by Galvani, and by others; namely, that the Electric fluid becomes unbalanced

Digitized by Google

in the animal organs, and by their own proper force, by some particular action of the vital powers. No, this is a mere artificial Electricity, induced by an external cause, that is, excited originally in a manner hitherto unknown, by the connexion of Metals with any kind of wet substance. And the animal organs, the nerves and the muscles, are merely passive, though easily thrown into action whenever, by being in the circuit of the Electric current, produced in the manner already mentioned, they are attacked and stimulated by it, particularly the nerves.

I have said that this motion is given to the Electric fluid by the connexion of Metals with any kind of wet substance. It should not therefore be necessary (in order for the tongue to perceive the taste, or for the muscles of the Limbs to be convulsed) that the two metals, Tin and Silver, or any other dissimilar in themselves, should be applied to this or that part of the Animal. And this is exactly the case; the same Phenomena take place, if one, or the other, or both the metallic coatings are applied to a piece of wood, or pasteboard or cloth well wetted, or to water itself. All that is required is, that the wet track, that is to say, the series of wet substances rendered good conductors by the water contained in them, or by that with which they are wetted, should not be in the smallest degree interrupted. Then, if in this series, in this track, through which the Electric stream will pass, as soon as the circuit is completed from those metals which are connected with the wet substances, by making them communicate with each other, either immediately, or by means of a third metal; if, I say, in this continued series, or chain of wet substances there should be placed, for instance, the crural nerves of a frog, or the ischiatic nerve of a Lamb, etc. laid bare all around, in such a manner that the whole of that current of electric fluid which is excited by the metallic coatings, applied to the forementioned wet pasteboard, or cloth, must pass through the narrow passage of those nerves only, or even through a small portion of their length, the muscles governed by those nerves will contract strongly, the leg, etc. will be violently agitated. If the tongue be so placed that the current goes against the tip of it, and is obliged in like manner to enter into it by a narrow passage, the acid taste, etc. will be excited.

Hence, a thousand ways of making these Experiments may be thought of, and indeed of all those I have tried, observing the conditions already pointed out, in conformity to the principles I have established, and foretelling the success with certainty, not one has failed me. By the way of example I will here describe some of them. If a thin plate of Tin be applied to the tip of the tongue (a strip of tinfoil is best of all) and a broad flat piece of Silver, for instance, a Candlestick, or a large spoon be grasped either with the naked hand wetted, or with the hand wrapped up in a wet napkin, and afterwards you touch the tin with the silver, at the same moment the acid taste will be excited upon the tongue, and it will continue as long as these contacts are kept up.

Digitized by Google

Let there be two glasses of Water; in one of them let a thin plate of Silver be plunged, and in the other a plate of Tin, which plates must touch each other without the Glasses, or be made to communicate by the interposition of another metal. Into the Water into which the Tin is plunged let the tip only of the tongue be dipped; as yet no sensation of Taste will be perceived, but as soon as the water in the other glass, which contains the Silver, is touched with a finger, you will begin to perceive the usual acid taste; which will go on increasing in proportion as you dip that finger more deeply into the water, and afterwards the others, and then the whole hand, and will continue until the circuit is interrupted in some part; either by taking the hand, or the tongue out of the Water, or by taking away the metals. Either of these interruptions is sufficient to make it cease; and the re-establishment of the contacts is also sufficient to make it return.

Experiments of this kind succeed equally well with two, or three, or a greater number of Persons, who make a circular chain; only the effects become more weak in proportion as the circuit through which the electric fluid must pass is longer; and that the contacts between these bodies are made either in a few points, or in parts not very wet. In order to form such a continued chain, therefore, let some of the Persons hold each other tightly by the Hands, which should be wet; let another put the tip of his tongue into the water; between two others let a prepared frog etc. make a link of communication; finally let the two extreme persons, one of them grasping a flat piece of Silver, the other a piece of Tin, bring these pieces to touch each other. At that instant, the limbs of the frog, or frogs, if there should be more than one in the chain, will be convulsed; and the tip of the tongue will perceive the acid taste if the tongue is turned towards the tin, that is, towards the current which comes from it. [4]

Let the experiment be repeated in such a manner that, between two Persons a part only of the crural nerve of a Frog, or of the ischiatic nerve of a Lamb (still united to the leg, and only laid bare, and separated from all surrounding adherences) make a link of communication. That is to say, let one Person hold firmly between two fingers, the end of this nerve, where it happens to be cut off; and let the other person, in like manner lay hold of it with two fingers, a little lower, before its insertion into the thigh; then, upon bringing together the other two hands, one of them grasping a thin plate of silver, the other a plate of tin, every time the two metals are made to touch each other, the muscles of the frog or of the lamb, etc. are convulsed, and the leg starts.

---

[4] *Sin qui arriva il testo (italiano) di J 7 β.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

It seems to me that all these Experiments, and an infinite number of others, analogous to them, sufficiently prove and confirm the Propositions I have already advanced, namely,

1st: That if two dissimilar metals are applied to wet substances that communicate with each other, as soon as the circle is completed, by making these metals themselves also communicate with each other, the Equilibrium of the Electric fluid is disturbed; the fluid is taken out of its state of quiet, and drawn into a continued circulation.

2dly: That if in this circuit it meets with nerves, and particularly if it is obliged to pass through them by a narrow passage, it irritates and stimulates them very strongly, and

3rdly: That from this arise effects corresponding to the proper functions of those nerves. If they are nerves subservient to muscular motion, that motion is excited. If they are nerves of sensation, the sensation belonging to them is produced, as my Experiments upon the Tongue demonstrate.

But indeed, Experiments upon some other sense are still wanted. Here follow some upon the sight. I apply to the naked ball of the eye a strip of Tinfoil, and I shut the eyelids upon it, keeping them shut with the finger, and keeping also the tinfoil quite close to the ball of the eye; Then grasping with the hand wetted, a silver Candlestick or Spoon, I bring it into contact with the strip of Tinfoil hanging from the eye; and immediately there is produced in my Eye a transitory flash of Light, similar to that which sometimes takes place when a blow is received on the Eye, or when the nose is blown with violence. The Experiment succeeds best at a time, and in a place of darkness; and if the silver spoon is held in the mouth, rather than in the Hand. But best of all by applying the Tinfoil to one Eye, and the silver plate to the other Eye; in this manner a flash twice as bright is produced. In order not to offend the Eye by the immediate contact of the metals, a piece of linen folded up, and well soaked in cold or warm water, may be interposed. It must be remarked that with respect to the sensation of the Eye, it is indifferent whether the silver or the tin be applied to it, that is, whether the Electric fluid goes out of it or enters into it; the instantaneous light is the same, always weak, it neither alters in strength nor in colour; though the taste, as we have already seen, is altered. Another remarkable difference is that although the taste continues while the contacts are continued, the flash of light is transitory, and in order to produce it again, the metals must be separated and brought together repeatedly. [5]

This Experiment also may be made with a chain of persons, and in various other manners.

---

[5] *Sin qui dura la stretta analogia con* E 35. [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

I have made some trials upon the senses of smelling and hearing, but could not succeed; perhaps because the Electric current cannot be directed so as to pass by a narrow passage through the olfactory and auditory nerves; perhaps because these nerves are not sufficiently sensible. I have discovered that charcoal (but only some chosen pieces) is equal to metals with respect to the power of putting in motion the Electric fluid by connexion with wet substances; indeed, it rather surpasses gold and silver, so that by making use of tin and charcoal for the two coatings, a greater effect is produced than with Tin and Silver.

I am etc.

A. VOLTA.

Pavia, 22 May, 1793.

Digitized by Google

§.[*] 57. Sper. 1ª. Ho presentato l'apice della lingua ad una punta discretamente ottusa risaltante dal *primo Conduttore* di una Macchina ordinaria, elettrizzato, come si sa, *positivamente*, mantenendo costantemente tal distanza, che non avesse ad eccitarsi alcuna scintilla ond'esserne punta, ma soltanto il fiocco e venticello elettrico onde venir lambita e gentilmente stimolata essa estremità della lingua: e in tal modo ho sentito distintamente in un col vellicamento proprio di codesto venticello, l'istesso sapor acido, sebben più debole, che mi eccita la lamina di stagno o di zinco nelle prove soprariferite.

Sper. 2ª. L'esperienza riesce meglio, ed è men equivoca, se sostituiscasi alla punta metallica ottusa un cono di legno, che sputi il fiocco senza vibrar scintille neppur da vicino: portando allora la punta della lingua mano mano più avanti, e poco meno che al contatto, distinguesi vieppiù, detto sapor acido e sempre riconoscesi essere il medesimo affatto, che si prova, or più debole, ora più intenso, col giuoco de' due metalli posti sulla lingua, secondo che si impiegano o quelli che contrapposti sono più o meno attivi ed efficaci, come altrove si spiegherà più ampiamente.

Sper. 3ª. Accertatomi bene di ciò son passato a presentare similmente la punta della lingua al Conduttore de' cuscini elettrizzato *negativamente;* e malgrado che sentissi anche qui il titillamento dell'aura elettrica, egualmente forte, non ebbi punto di sapor acido: mi parve invece di sentire qualche cenno di alcalino; ma nulla di deciso.

Sper. 4ª. Provai in altra maniera portando la punta della lingua a contatto immediato or dell'uno or dell'altro Conduttore, e tenendovela continuamente applicata mentre si girava la macchina, intanto che per facilitare il trascorrimento del fluido elettrico tenea stesa la mano ad un altro buon conduttore comunicante ampiamente col pavimento umido, o meglio al *conduttore dei cuscini*, se quello cui lambiva la lingua era il primo *Conduttore*, o vice versa: ed anche qui provai il *sapor acido*, nè vivo molto, nè debolissimo, quando era il conduttor *positivo*, che toccava la punta della lingua, cioè quando la corrente

[*] *Il brano che segue costituisce il Mns.* J 8 γ. [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

di fluido elettrico entrava in essa: all'incontro quando era il conduttor *negativo*, e la corrente del fluido diretta al contrario, onde usciva dall'apice della lingua, niun sapore vi si facea sentire od un debole sapor *alcalino*, qualora la macchina giuocando bene riusciva tal corrente copiosa molto.

Scorgesi pertanto anche qui quanto più difficilmente producasi dal fluido elettrico il sapor alcalino, che non l'acido (§. 55).

Sper. 5ª. A togliere ogni dubbio di nuovo, che il sapor che si sente provenga anzi dal metallo, che dal fluido elettrico trascorrente, ed ogni occasione di confondere uno con l'altro, si può schivar di toccare colla lingua il metallo medesimo, applicandola invece ad un pezzo di legno, ad un panno o cuojo o cartone, bagnati, attinenti al Conduttore della macchina, e con esso elettrizzati; oppure intingendo la stessa punta della lingua nell'acqua di un vaso annesso al detto conduttore. In questa maniera non solo è manifesto eccitarsi il sapore immediatamente e semplicemente dal fluido elettrico, che invade i nervi che presentansi sulla punta della lingua; ma quell'istesso sapore sentesi se non più forte almeno più distinto.

§. 58. Non debbo tralasciar di dire, che sì l'uno, che l'altro Conduttore in queste sperienze 4ª e 5ª potea anche non essere isolato, (potea comunicar col suolo, purchè non fosse questo umidissimo, e troppo perfetti conduttori i corpi intermedj), e l'esperienza riusciva egualmente; anzi con vantaggio, impedendosi così, che l'elettricità non si accumulasse, e schivandosi ogni getto di scintilla pungente nel caso di distaccare momentaneamente la lingua; e non togliendosi d'altra parte che la corrente continua si facesse nella maggior parte per la via più facile dell'umida lingua ecc. Questa continua corrente altronde ne' conduttori non isolati, senza accumulazione, o carica, senza tensione, che manifestisi all'elettrometro, è molto più simile a quella, che s'induce colle semplici armature o combaciamenti metallici nelle sperienze, di cui ci occupiamo: epperò codeste prove della macchina elettrica fatte in questo modo son anche più dimostrative.

Una difficoltà però si presenta; che può fare molta specie; ed è che il sapore che si giunge ad eccitare in tutte queste prove ed altra qualunque colla Macchina elettrica, è di gran lunga più debole di quello che si provoca colla semplice applicazione sulla lingua, e comunicazione indotta di due metalli che siano ben assortiti, come zinco o foglia di stagno da una parte, e argento od oro dall'altra; riuscendo tutt'al più come quando si combina piombo ed ottone, oppur ottone ed argento. Ma tanto basta: il sapore è acido, e simile affatto. Sarebbe troppo se si pretendesse ancora ch'io spiegassi come e perchè riesca esso tanto più forte e vivo con tale mezzo di semplici contatti metallici senz'altro eccitamento, in ordine a tal virtù, sol che s'impieghino metalli tra loro più distanti, cioè zinco o foglia di stagno da una parte, e argento od oro dall'altra: che non coll'azione viva della macchina elettrica: pure a intendere

Digitized by Google

ciò in qualche modo, si può supporre, che l'azione di tai metalli ne' luoghi che essi combaciano sia tale da smuovere e trarre in giro con poca forza sibbene e con un blando corso non picciola, ma grande copia di fluido elettrico, e tanta, che maggiore per avventura non ne move, avvegnachè con impeto e tensione assai più vigorosa, l'ordinario giuoco della Macchina elettrica. La qual supposizione non è già puramente immaginaria, e destituita di fondamento, ma anzi appoggiata da altre prove molte, che non è qui luogo ancora di riferire.

§. Lasciando dunque questo, e venendo a ciò che mi son proposto di dedurre dal confronto di queste sperienze colla Macchina elettrica con quelle dei metalli applicati semplicemente alla lingua, cioè quale dei due sapori acido ed alcalino venga eccitato dal fluido elettrico che invade e penetra la punta di essa lingua, quale dal fluido che ne sorte; e quindi chi dello stagno e dell'argento dia, e chi riceva, ecco la conclusione.

Fra questi metalli, che rispetto a tale virtù di smuovere mercè il semplice loro combaciamento co' corpi umidi il fluido elettrico, costituiscono presso di me l'ordine primo o superiore, e quelli sopranominati, cioè zinco ecc. che costituiscono l'inferiore, altri ve n'hanno, a cui assegno un secondo ordine, o medio, e sono il ferro, il rame, l'ottone, ed altre leghe metalliche, i regoli d'antimonio, di bismuto, ecc. Or cotesti dell'ordine medio danno o ricevono il fluido elettrico, lo spingono o tirano, ed eccitano quindi applicati alla punta della lingua il sapore acido, o l'alcalino, secondo che l'altro metallo applicato al di lei dorso, o ad altra parte umida della bocca, è dell'ordine superiore, cioè argento, oro, ecc. o dell'ordine inferiore, cioè zinco, stagno, piombo. Come però, per questo appunto, che collocati nell'ordine medio distano più poco e dall'inferiore e dal superiore, con men efficacia smuovono il fluido elettrico e lo traggono in giro; così anche debole molto provocano il sapor acido nell'un modo, e men che debole, tal che riesce comumemente insensibile, il sapor alcalino nell'altro.

§. 60. Resta dunque stabilito, che in concorrenza i metalli d'ordine superiore sottraggono, quelli d' ordine inferiore danno e mandan dentro il fluido elettrico alle parti umide, cui trovansi applicati: e ciò tanto più efficacemente, quanto essendo più distanti ossia opposti di virtù, cospirano le loro forze a determinare quella tal corrente e giro di esso fluido; il quale si effettua tosto che quei due metalli comunichino tra loro o immediatamente, o col mezzo d'altro o d'altri metalli interposti, e continua senza intermissione finchè non s'interrompa il circolo di comunicazione, come provano e la continuazione del sapore, ed altre osservazioni, che a suo luogo si esporranno.

§. 61. Sebbene non è necessario che l'argento, l'oro, e gli altri metalli dell'ordine superiore avendo e. g. una virtù propria di tirar fuori ed assorbire il fluido elettrico dal corpo umido, che combaciano, lo zinco, lo stagno, il piombo

Digitized by Google

che sono del terzo ordine, posseggano realmente quella di darne ed infonderne, che per se stessi agiscano e spingano il fluido elettrico in senso contrario, come le cose fin qui dette sembrano insinuare. Può anch'essere, e stimo più probabile, che o tutti i metalli abbiano inversamente la virtù di spingere entro i corpi bagnati che combaciano ed incalzare il fluido elettrico, o tutti quella di attrarnelo; ma con forze per ciascuno diseguali; dal che poi risulti, quando vengono in concorrenza due metalli di specie diversa, cioè si applicano un qui un là a de' corpi umidi, e si compiono le comunicazioni nel modo che conviene, che prevalendo l'uno metallo all'altro, uno tragga a sè e rapisca effettivamente esso fluido elettrico, quello ne deponga. Sarebbero in questo modo i metalli da me assegnati al primo ordine prevalenti a quelli del 2°, e molto più agli altri del 3° nel tirare il fluido elettrico dalle parti umide combaciate: o viceversa prevalenti i metalli del 3° ordine a quelli del 2°, e molto più a quelli del 1° nello spingere l'istesso fluido addentro: i metalli finalmente dell'ordine medio prevalerebbero sia nell'una, sia nell'altra forza e modo di agire a quelli dell'uno, e cederebbero a quelli dell'altro ordine fra cui sono compresi.

§. 62. E difatti se questi metalli nell'un caso *danno*, cioè quando sono contrapposti a qualsiasi dell'ordine superiore, e nell'altro, cioè contrapposti a quelli dell'ordine inferiore, *ricevono*, qual virtù diremo che posseggano per se stessi, quale tendenza, quella di dare, e spingere innanzi il fluido elettrico, o quella di ricevere e tirarlo? Alcuni forse nè l'una nè l'altra, e saranno indifferenti. Ma è più naturale, che tutti abbiano più o meno qualche virtù e tendenza. Or qualunque si supponga, nel ferro p. e. o nel rame, questa virtù loro propria, sia cioè che tendano per sè stessi a dare, o che tendano a *ricevere*, succede però nel fatto che or *diano* ora *ricevano*, secondo che vengono contrapposti a qualche metallo dell'ordine superiore, o a qualcuno dell'ordine inferiore, come si è già mostrato. Vi sono dunque in qualunque ipotesi de' casi, in cui vien determinato il fluido elettrico a moversi in senso opposto a quello, cui tenderebbe per virtù propria de' detti ferro e rame. Che se pertanto in molti incontri un metallo prepotente fa violenza ad altro che possiede sibbene la medesima virtù, ma in grado più debole, tantochè volge a ritroso di lui il giro del fluido elettrico; se, dico, ciò succede per tutti almeno i metalli dell'ordine medio, che sono in gran numero come tra poco vedremo, i quali vengono o da quelli dell'ordine superiore, o da quelli dell'inferiore soverchiati; perchè dir non potremo, che anche confrontando i metalli del 1° con quelli del 3° ordine, sia la natural tendenza in tutti la stessa, cioè o in tutti di *dare* o in tutti di *sottrarre* il fluido elettrico ai corpi umidi che combaciano; e soltanto diverso il grado di forza? Questa supposizione mi par più semplice e naturale; che l'altra di attribuire ai diversi metalli forze realmente opposte. Ma poi, concedendone a tutti una sola, quale penserem che sia? Quella di *dare* o quella di *ricevere*? Ciò non può ancora decidersi. Io però dietro ad alcune mie congetture e sì anche per conservare in

Digitized by Google

ciò pure la preminenza all'oro e all'argento sopra lo stagno e il zinco, e altri ignobili metalli, inclinerei più volentieri a credere, che i metalli tutti posseggano virtù e forza di attrarre il fluido elettrico dagli altri conduttori che combaciano; che in conseguenza questa forza sia eminente nell'argento e negli altri metalli del 1° ordine: minore, ma pure discretamente forte in quelli del 2°; all'incontro debole assai in quelli del 3°, nel piombo, nello stagno ordinario, nello zinco, anzi minima in quest'ultimo, come pure anche nello stagno battuto in fogliette ecc. gli è appunto o col zinco, o con quei fogli stagnati, contrapposti all'argento ecc. che s'ottengono e il più vivo sapore sulla lingua, e le più forti convulsioni nella rana ecc. Che se piacesse più la contraria supposizione, cioè, che la virtù propria e comune a tutti i metalli, sia di cacciar dentro a' conduttori umidi combaciati, cui trovinsi applicati, il fluido elettrico, allora i più potenti, quelli che soverchiano gli altri non saranno i metalli del 1° ordine, argento, oro ecc.; che anzi dovran dirsi i più deboli: ma i prevalenti a tutti saranno i metalli del 3° ordine: questi, e sopratutto il zinco, e i fogli stagnati, spignendo colla massima forza il fluido elettrico lo faran passare per la serie de' corpi umidi in qualsisia metallo del 2° ordine e meglio assai del 1° che dovrà riceverlo suo malgrado, giacchè nel supposto, tende egli pure a dare ma con minor forza. Ma lasciamo queste poco utili speculazioni; e contentiamoci per ora di sapere come fatto accertato, che ogniqualvolta si cimentano due metalli diversi, ossia stanno un qua un là applicati ad altri conduttori in ispecie umidi, succede in qualsisia modo, che il metallo di ordine inferiore dia, e spinga nel sottoposto corpo il fluido elettrico, quello d'ordine superiore ne lo attragga e riceva; e che quindi secondo tal direzione determinasi la corrente e il giro di esso fluido; all'effettivo compimento del quale ricercasi soltanto che comunicando in serie continua que' corpi umidi armati da' detti metalli, questi pure comunichin tra loro, o immediatamente, o per mezzo d'altri metalli interposti: corrente e giro, che come si è già detto (§.) continua sempre finchè non s'interrompano in alcun modo le indicate comunicazioni. A questa legge, e a questi principj, che credo avere dimostrati, si riducono, e con essi soli si spiegano facilmente, come verrò sempre più mostrando, tante sperienze sorprendenti, e variate in tanti modi, che potrebbero altronde sembrare disparatissime, ed inesplicabili.

§. Del resto dividendo in tre ordini i metalli, non ho già inteso che si comportino egualmente tutti quelli di un ordine, e che non vi sia differenza tra loro; anzi ho in più luoghi insinuato il contrario. Andrebbero pertanto tutti collocati in una serie cominciando dallo zinco, e dallo stagno battuto, siccome quelli che o danno e spingono avanti con più vigore ed efficacia, o tirano a sè con minor forza di qualunque altro metallo il fluido elettrico, e terminando coll'argento, il quale tutt'all'opposto o lo dà e spinge colla minima forza o lo tira colla massima (§.); andrebbe, dico, fatta una scala ordinata di tutti i metalli, nella quale si salisse continuamente per tanti gradi quanti

Digitized by Google

essi sono; ma non è così facile di assegnare il posto a ciascuno; sì perchè ve ne ha che differiscono poco, ed altri pochissimo relativamente alla propria virtù, come e. g. oro ed argento, ferro e ottone, stagno in fogli e zinco, in guisa che riman dubbio sovente quale debba preporsi; e molto più perchè diversifica notabilmente la virtù di ciascuno per varie circostanze non sempre assegnabili, per qualche anche picciola differenza nella lega, per diversità di tempera, maggiore o minore densità, durezza, polimento ecc., come già ho accennato (§.). Parlando del solo stagno, niuno dei pezzi e lamine solide, che ho potuto procurarmi riesce così bene come i fogli stagnati, i quali soli, e neppur tutti, (avendovene di men buoni) prevalgono al zinco, che in genere ho riconosciuto per il più eccellente. Da che dipenda, che sian tanto preferibili i fogli stagnati ai pezzi o lamine di stagno comune, e che taluni vincano fin anche lo zinco, nol so: parrebbe che dalla lucentezza e brunimento del metallo; ma che? parecchj di questi fogli egualmente lucidi e bruniti son molto inferiori in virtù.

Non potendo pertanto assegnare il posto giusto e invariabile a ciascun metallo, e formarne così una scala o serie continua, li ho per ora collocati tutti in tre soli ordini o ranghi, facendo lo spartimento dove mi si mostrò la differenza più marcata, e tale da non doversi mai trasportare per le accidentali varietà nessun metallo dal suo rango in un altro così non fia mai, cha salga, non dirò il zinco, ma neppure lo stagno o il piombo, a' quali ho assegnato l'ordine inferiore, sopra il ferro, il rame, od altro di quelli collocati nell'ordine medio, nè che cotesti ferro, rame, ottone, ecc. sorpassino l'argento e gli altri, che costituiscono l'ordine superiore. Sebbene tanti ne comprende detto ordine medio contandovisi varie leghe, semimetalli, piriti, ecc., e tanto s'innalza su verso il primo, che lungi molto non sono dal confondersi i confini, e talvolta si confondono realmente.

Digitized by Google

XII (D).

SEGUITO

(IN FORMA DI MEMORIA).

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
	Cart. Volt.: **J 14; J 15; J 17;** J 20; L 8; **L 10.**

OSSERVAZIONI.

DATA: Di poco posteriore a quella del precedente N. VIII (C) (20 Maggio 1793); in L 10 ed in J 14 si legge infatti, sul punto di descrivere l'esperienza X (v. § 59 di J 14) ed al proposito di essa: « ... l'expérience suivant, qui m'a été communiquée par Mr. Cavallo en suite de celle sur l'oeil dont je lui avois fait part dans une lettre particulière du mois de May 1793 q'il n'a pas du publier ». Da queste ultime parole appare probabile che i Mns. sopra citati siano precedenti alle lettere del Cavallo e del Banks del Dicembre 1793 (Vedi annotazioni al precedente N. VIII (C).

I Mns. elencati sopra si possono raggruppare come segue:

J 14 - J 15. — J 14 è un fascicolo di 23 pagine manoscritte e divise in paragrafi; J 15 è un Mns. di 6 pagine in continuazione a J 14, ma con esso non esattamente collegabile e dopo le prime righe deviante in due lezioni diverse. Con

Digitized by Google

tutta probabilità, da indizi persuasivi, si può arguire che i fogli di J 15 sono stati strappati da J 14.

L 10 - J 17 β. — L 10 è un altro grosso fascicolo di circa 40 pagine manoscritte divise in paragrafi (questi numerati solo in principio), per 15 di quelle seguente assai da vicino J 14. — J 17 β sono due fogli certamente tagliati dal fascicolo di L 10.

L 8 - J 20. — Di L 8 si è già detto ai due N. precedenti; J 20 è un breve brano che lo continua materialmente.

J 17 α - J 17 γ. — Brani interrotti del principio della Memoria.

Tutti questi manoscritti sono in lingua francese.

L 8 contiene in fine il § 52; J 14, J 17 α, J 17 γ, L 10 incominciano tutti col § 52 e colle stesse parole in continuazione alle due lettere precedenti (VIII (A), VIII B): i manoscritti in questione riguardano dunque quel seguito alle Memorie (Lettere al Cavallo) stampate dalla Royal Society e che questa attendeva entro il 1793 per premiare il V. colla medaglia annuale (Vedi Annotaz. al N. VIII (C).

Si pubblica tutto J 14, certo posteriore ad L 10, la doppia continuazione di quello, J 15 (tutto); di L 10 tutto quanto non è comune ad J 14, e di J 17 β un brano interessante.

Digitized by Google

SEGUITO

(IN FORMA DI MEMORIA).

da J 14:

§. 52. Il y a donc une difference bien marquée entre les nerfs qu'on veut appeller *nerfs du mouvement*, et les *nerfs des sensations;* et les expériences Q, R sur la langue, que je viens d'indiquer, nous montrent evidemment, que quels sont les nerfs qu'atteints et irrite le fluide électrique mu et entrainé en cercle par l'action des métaux de différente espece appliqués par un bout aux parties humides, et communiquants par l'autre entr'eux, quel est l'office ou fonction propre de ces nerfs envahis et traversés par le dit courant, tels sont les effets qui en resulte, savoir les mouvements musculaires, ou les sensations.

§. 53. D'où l'on doit conclure de nouveau conformément aux inductions tirées de tant d'autres expériences et observations (§. 17, 20, 40-46), que l'action propre et directe du fluide électrique n'est surement pas d'irriter les muscles de façon à en exciter immediatement les contractions; mais plûtôt de stimuler les nerfs qu'il rencontre sur son passage, et mettre en jeu l'activité de ceux-ci. En effet si le fluide électrique mis en mouvement de la maniere décrite excitoit directement les fibres musculaires, pourquoi ne produiroit il pas des mouvements plus ou moins forts dans la langue, qui est un muscle d'ailleurs si mobile, lorsque dans l'expérience Q il envahit, penetre, et traverse un trait d'une étendüe assez grande? Il paroit que nous devrions voir, si non toute la langue, la partie au moins comprise entre les deux armures métalliques, tomber en convulsion, se plier de part et d'autre, faire des contorsions. Mais rien de cela: une simple sensation de saveur l'affecte, conformément à la nature, à l'emploi et fonction des nerfs nombreux et délicats, qui concourent à sa pointe, et y établissent le siege principal du goût; lesquels nerfs s'y trouvant presqu'à découvert, pour peu que le fluide électrique dans son trajet penetre sous la surface de la langue, en sont atteints et stimulés.

Veut-on obtenir les mouvements de cette même langue? On n'a qu'a

Digitized by Google

arranger les choses de maniere que les nerfs destinés à ce mouvement, qui passant par sa racine s'enfoncent et se cachent dans l'interieur, se trouvent justement sur la route du courant électrique, que celui-ci enfin soit obligé de faire une partie de son trajet par eux: ce qu'on obtient dans l'expérience R et autres rapportées ci-dessus (§. 50, 51), où ayant coupé la langue à un animal près de sa racine, on applique sur la coupure même une des armures métalliques, sur-tout la feuille d'étain.

§. 54. Quoique ces seules expériences sur la langue excitées aux mouvements plus vifs, ou bien affectée d'une sensation de saveur correspondamment aux nerfs que frappe et irrite le courant de fluide électrique soient déja suffisantes pour établir la distinction indiquée (§. 52) des deux classes des nerfs; je n'étois gueres content, si je ne parvenois pas à exciter de la même maniere, outre le goût, quelqu'autre sens. Je fis donc des tentatives, et je réussis complettement avec le sens de la vüe (*a*) et jusqu'à un certain point avec celui du tact. Voici, quelques unes des manieres les plus sures de faire ces expériences, que chacun pourra repeter aisément, et sans aucun inconvenient.

Exp. S. Qu'on se place, si non dans une parfaite obscurité, loin de la trop grande clarté du jour. Qu'on applique exactement au bulbe nu de l'oeil, le bout d'une bandelette de feuille d'étain, ou de ce papier étamé, qu'on appelle improprement papier d'argent (Cambric-Paper), de maniere que l'autre bout pende librement. Qu'on applique pareillement aux levres, ou mieux qu'on introduise en partie dans la bouche une cuiller d'argent, ou tout autre lame de ce métal, d'or, et même de cuivre ou de fer: l'argent pourtant paroit le meilleur de tous. Les choses ainsi disposées, toutes les fois qu'on amenera les deux armures métalliques au contact mutuel, ou qu'on les faira communiquer moyennant un autre métal l'oeil sera frappé d'une sensation plus ou moins vive de lumiere, qui s'evanouit à l'instant comme un éclair, si ces métaux restent en contact.

Exp. T. Si au lieu de laisser les choses comme cela en repos on s'amuse à rompre et retablir alternativement et avec plus ou moins de rapidité la communication des dits métaux, les eclairs se repetent par secousses, on a la sensation d'une lumiere ondoyante et comme flamboyante, et enfin d'une presque continuelle si on fait que ces separations et réunions se succedent avec la plus grande promptitude, par une suite de petits chocs, ou par un certain frottement d'une lame contre l'autre qui les fasse tremousser ou sautiller.

§. 55. Quoique l'eclat vif de lumiere dans l'exp. S. n'ait lieu, comme

---

(*a*) Ce fut dans le courant de l'Automne 1792; comme il paroit par les notices que j'en donnai à quelques uns de mes correspondants, publiées en partie dans un Journal de Mr. BRUGNATELLI avant la fin de cette même année.

Digitized by Google

j'ai dit, qu'à l'acte de l'attouchement des métaux, et disparoisse à l'istant, il reste néanmoins tant que le cercle conducteur n'est point rompu, une sensation quelconque d'une certaine lueur, mais si foible, qu'on s'aperçoit seulement qu'une telle sensation subsistoit par l'obscurité plus complette qui survient, comme si un voile noir tomboit sur les yeux, au moment qu'on separe les métaux. Encore faut-il pour que ce changement, ce passage à l'obscurité plus noire, soit perceptible, que le lieu où se trouve l'oeil soit tout à-fait obscur, ou s'il ne l'est pas entierement, qu'on tienne les paupieres bien fermées autour de la lame métallique qui touche le bulbe. Il paroit au surplus, qu'à l'acte même de la separation des métaux un autre eclat de lumiere ait lieu, mais foible, et suivi de l'obscurité complette dont je viens de parler.

§. 56. Cette perseverance de la sensation pour tout le tems que dure l'attouchement des métaux, et que le reste du cercle n'est nulle part interrompu, et cette cessation au moment qu'il l'est, présentent un phénomene bien surprenant, qui se manifeste encore mieux dans les expériences sur la langue, où la sensation de saveur se soutient, et augmente même jusqu'à un certain point, si l'étain et l'argent continuant à rester appliqués, le premier à la pointe, ou bords de la langue, le second à une autre partie, ils continuent aussi de communiquer entr'eux; et cesse, tout à coup, si non totalement, d'une maniere bien marquée, si tôt que la communication est rompüe. Le phénomene, dis-je, à bien considerer la chose, est très-surprenant, puisqu'il nous prouve, que la circulation du fluide électrique occasionnée par l'application de deux métaux differents à des conducteurs d'une autre classe, tels que les conducteurs humides, et la jonction de ces mêmes métaux entr'eux de maniere qu'il en resulte un cercle composé des deux arcs deferents des quels, un tout métallique, l'autre non metallique, qu'une telle circulation continue sans relache, tant que ce cercle n'est point interrompu; que par conséquent l'action des métaux n'est pas celle d'une décharge électrique momentanée suivie d'un repos d'equilibre; mais une action soutenüe provenante d'une force quelqu'elle soit qu'ils deployent sans cesse avec plus ou moins d'énergie, chacun selon sa nature, sur le fluide électrique des corps en contact. Mais nous reviendrons sur ceci.

§. 57. J'avois trouvé à la suite de mes premieres expériences (à l'époque de l'envoy de ma 2^{e} lettre à Mr. CAVALLO), que tous les effets, soit des contractions musculaires, soit de la sensation de saveur, etoit considerablement plus grands, en opposant à l'armure d'argent ou d'or une armure de zinc, au lieu de celle d'étain, dont je m'étois servi jusqu'alors. Il en est donc de même pour la sensation de l'oeil; les eclats de lumiere dont il est frappé sont plus vifs si on applique au bulbe, à la place du papier étamé, le bout arrondi d'une lame de zinc, et on fait communiquer cette lame à l'autre d'argent ou d'or serrée dans la bouche, soit par un contact immediat de ces lames, soit par l'interposition d'autres métaux.

Digitized by Google

§. [58] [1] Exp. U. On peut faire la même expérience inverse, en appliquant l'argent ou l'or à l'oeil, et l'étain ou le zinc à la bouche; et on aura à-peu-près les mêmes effets: avec cet avantage, qu'on peut de cette maniere exciter à la fois la sensation de lumiere dans l'oeil, et celle de la saveur acide sur la langue, si on applique convenablement celle-ci à la lame de zinc ou d'étain; au lieu que par le contact de l'argent la langue n'éprouve pas cette saveur acide, mais une autre obscure et difficilement perceptible comme j'aurai occasion de faire observer.

Exp. V. On peut aussi expérimenter sur les deux yeux à la fois, en appliquant l'étain ou mieux le zinc à un, l'argent à l'autre; et tout réussit également; à la vivacité près de l'eclat, qui est dans ce cas plus grande, à raison de la sensation double [2].

§. 58. Sans chercher à découvrir et à determiner exactement la route, que tient dans toutes ces expériences le courant électrique, savoir quelles fibres ou vaisseaux il suive de préference, il suffit d'observer, que dans son

---

[1] *Questo numero di paragrafo si ritiene che dovesse essere soppresso per conservare l'altro numero uguale che si legge più avanti.* [*Nota della Comm.*].

[2] *Dal Mns.* J 17 *togliamo questo brano* [*Nota della Comm.*]:

« §. 58. Je suppose qu'on soit convaincu de ce que je pose comme fait, que dans les expériences, dont il s'agit, la sensation de lumiere, ces eclairs passagers, et plus ou moin vifs, sont excités par un courant de fluide électrique; si on vouloit encore elever des doutes la dessus comme on n'a pas manqué de faire, je suis en état de les combattre victorieusement. Je ne m'arreterai donc pas à cela. Cependant je ne dois pas omettre, qu'ayant fait les épreuves, j'ai obtenu les mêmes effets, le même eclair passager avec l'électricité artificielle commune menagée comme il faut, c. a. d. par des petites decharges soit des simples conducteurs soit de la bouteille de Leyde. Il faut n'employer que des charges très-legeres, au dessous de l'électricité etincellante, des charges insensibles au Quadrant Electrometre, et marquées à peine par quelques dégrés de l'Electrometre de CAVALLO pour ne pas blesser l'oeil, et pour n'exciter pas même de commotion sensible; alors on n'a que la sensation de lumiere, foible à la verité, mais semblable à celle qu'on obtient par l'artifice decrit des deux métaux differents l'un appliqué sur l'oeil, l'autre tenu dans la main.

« Si la bouteille est tres-grande, ou mieux si c'est une batterie, elle peut et doit être si foiblement chargée (e. g. par une seule etincelle d'une petit Electrophore) qu'elle ne donne aucun signe même aux Electrometres de CAVALLO et de BENNET. Avec cela le courant de fluide électrique ocasionné par la decharge excite la sensation de l'eclair aussi vivement que on le peut par l'autre artifice des simples armures métalliques; et d'ailleurs: il ressemble mieux pour la quantité mediocre de fluide électrique animé d'une tension très-modique, et mu avec une force correspondante, au courant occasionné par simple applications des dites armures, courant incapable d'affecter aucun Electrometre connu, hors l'electrometre animal, c. à d. des nerfs doués d'un sens exquis, les nerfs des sensations ou ceux des mouvements très-excitables; et seulement incapable de surpasser le moindre obstacle, de franchir le moindre intervalle dans la chaine des conducteurs, pas même de traverser l'epaisseur d'un papier mince, de la peau ecc. s'ils ne sont pas bien humides.

Digitized by Google

circuit de la partie anterieure de l'oeil à l'interieur dela bouche, il doit rencontrer le fond de ce même œil; que par conséquent la retine, ou membrane nerveuse, qui est le siege des sensations de la vüe, ne peut gueres échapper à une telle incursion de fluide électrique. Cela toutefois si l'armure métallique est appliquée, non pas à l'exterieur des paupieres, mais immediatement au bulbe de l'oeil: dans ce cas la voye plus aisée qui se présente pour le passage du fluide électrique paroit ne pouvoir être qu'à travers le bulbe même par les humeurs qu'il referme; et c'est ce qu'il faut. Au contraire si cette armure metallique se trouve appliquée sur les paupieres seules, le fluide électrique peut faire des détours et suivre hors de l'oeil d'autres voyes, c. à. d. des vaisseaux et fibres plus conductrices, et plus ou moins éloignées de lui. Voila pourquoi l'expérience est incertaine et variable; pourquoi l'on n'obtient pas toujours la sensation de lumiere, ou on ne l'éprouve que bien foible, lorsqu'on n'ouvre pas assez l'oeil, et que les paupieres peu écartées touchent à l'armure métallique conjointement au bulbe, et plus même que le bulbe; pourquoi enfin l'effet manque entierement si l'armure est appliquée aux paupieres seules.

§. 59. On pourroit être étonné, que le courant de fluide électrique, sans traverser aucunement l'oeil, sans passer par la retine, en un mot sans affecter directement le siege naturel de la vision, excite néanmoins la sensation de lumiere dont il s'agit. On conçoit pourtant que cela peut arriver dans le cas qu'il rencontre sur son passage quelque expansion du nerf optique: ce nerf stimulé, même hors de l'oeil, pourquoi ne peut-il pas être affecté de la sensation analogue à sa nature? C'est ainsi qu'on doit expliquer l'expérience suivante, qui m'a été communiquée par Mr. CAVALLO en suite de celles sur l'oeil, dont je lui avois fait part dans une lettre particuliere du mois de May 1793, qu'il n'a pas du publier. Je donne ici cette expérience avec l'addition de quelques détails, et suivie d'autres experiences analogues plus curieuses, auquelles j'ai été conduit.

Exp. X. Qu'on introduise bien avant dans les narines, d'un coté une spatule, ou une lame quelconque d'or ou d'argent, de l'autre une lame d'étain, ou mieux de zinc. Si tôt et chaque fois qu'on amenera au contact mutuel ces deux lames, ou qu'on les fera communiquer par un troisieme métal quelqu'il soit, on sera affecté de la même sensation de lumiere, quoique plus foible, comme dans les expériences précédentes: et cela dans les deux yeux, ou dans un seul, selon que toutes deux les armures métalliques, ou une seule se trouve appliquée bien avant vers la racine du nez.

Exp. Y. On obtient encore, comme j'ai trouvé, un foible éclat de lumiere, si un seul des deux métaux est appliqué à l'intérieur du nez, et l'autre est tenu dans la bouche, lorsqu'on les fait communiquer ec.

Exp. Z. L'effet ne manque pas même, plus foible pourtant, si l'on applique l'une et l'autre armure métallique à deux parties internes de la bouche, que ce

Digitized by Google

soit les gencives d'un coté et celles de l'autre opposé, la langue et les gencives supérieures, ou mieux les deux machoires, aux endroits surtout plus proches de la racine de la langue.

§. 60. Quant au deux expériences X, Y, où une des armures métalliques, ou toutes les deux sont appliquées à l'interieur des narines, on trouve aisément l'explication de la foible sensation de lumiere excitée, dans une communication ou correspondance quelqu'elle soit entre quelques nerfs répandus au haut des narines, et les nerfs optiques: laquelle correspondence se montre reciproquement lorsque l'action de la lumiere vive frappant les yeux irrite à son tour le fond des narines, et provoque l'éternument. Il paroit un peu plus difficile d'expliquer comment on excite encore la même sensation de lumiere dans l'autre exp. Z, où l'application de deux métaux se fait aux seules parties internes de la bouche. Cependant on conçoit, que le fluide électrique dans la route qu'il prend pour faire plus aisément son circuit se partageant à plusieurs vaisseaux et fibres conductrices, et se détournant au moins en partie de la voye plus courte pour suivre les meilleurs entre ces conducteurs, peut très-bien attraper quelques expansions du nerf optique, quelques nerfs dépendants, ou qui sympathisent avec lui, et les stimuler assez pour exciter la sensation de lumiere susdite, qui d'ailleurs est très-foible dans le cas dont il s'agit.

§. 61. Retournant aux expériences où le courant électrique est determiné par la position convenable des armures métalliques à traverser directement l'oeil, de maniere à frapper la rétine elle-même, ou le siege propre du sens de la vision, et à exciter par-là une sensation de lumiere beaucoup plus vive, on imagine bien que plusieurs circonstances peuvent influer sur la plus ou moins grande intensité de ces sensations, comme l'application plus ou moins exacte de la lame métallique au bulbe de l'oeil, le poli de la surface appliquée, l'endroit et l'étendüe de cette application, l'humeur plus ou moins abondante qui arrose l'oeil, ec. Au surplus doit-il y avoir des différences dans les yeux de differentes individus qui les rendront plus ou moins sensibles à ces épreuves. Je n'en ai pourtant pas trouvé parmi les personnes qui fruissent d'une bonne ou d'une mauvaise vüe qui n'ayent prouvé la sensation de l'éclair, lorsque l'expérience a été bien faite, savoir les métaux bien choisis, bien appliqués, et amenés tout d'une coup au contact entr'eux.

§. 62. Je suis au reste persuadé, que l'expérience réussiroit même sur des aveugles par cataracte, ou autre vice quelconque, excepté que ce fût par insensibilité ou paralysie des nerfs optiques.

Et voila justement que ces épreuves pourroient être de quelqu'utilité, servant à découvrir où un tel vice existe. Encore qui sçait, si étant bien administrées on n'en pourroit pas tirer quelque secours dans cette même paralysie tant commençante que plus ou moins avancée. Mais laissons cela aux Medecins.

§. 63. Lorsqu'une des armures métalliques est appliquée convenablement

Digitized by Google

au bulbe de l'oeil, il n'est pas nécessaire que l'autre le soit aux levres, à la langue, ou autre partie interieure de la bouche, aux narines, comme dans les expériences ci-devant décrites, pour qu'il s'ensuive la sensation de lumiere, l'eclat plus ou moins vif au moment qu'on portera ces deux métaux en contact entr'eux, ou qu'on les fera communiquer par un arc métallique intermediaire. De même lorsque le zinc ou l'étain est appliqué au bout de la langue il n'est pas nécessaire pour exciter la sensation de saveur, que l'argent ou l'or soit appuyé au dos de cette langue ou à une partie quelconque de la bouche. Cette seconde armure on peut l'appliquer ave succès à tout autre partie du corps la plus éloignée même, pourvu qu'elle soit humide en dedans et en dehors: car non seulement les habits epais et secs, mais un seul linge, un papier mince non mouillé, et jusqu'à la peau non humectée, suffisent pour arreter ou rallentir beaucoup le courant électrique, qui a dans toutes les expériences de ce genre très-peu de force ou de *tension* (je me sers volontiers de ce terme, dont je me suis servi en d'autres occasions) incapable par-là de vaincre un obstacle sensible, ec., comme j'expliquerai mieux ailleurs.

Exp. AA. On peut donc, ayant choisi les deux métaux, p. e. argent et zinc, tenir celui qu'on veut dans une main, humectée exprès, si elle n'est pas naturellement humide, et le porter au contact de l'autre qui se trouve appliquée sur l'oeil, ou sur le bout de la langue; et la sensation de l'eclair dans le premier cas, de la saveur dans le second ne manquera pas à chaqu'attouchement.

Ces sensations seront seulement moins vives à raison que le fluide électrique mis en mouvement par ces contacts doit faire de la langue ou de l'oeil à la main un tour plus long, que du bout de la langue à son dos ou aux parties voisines de la bouche, ou de la bouche à l'oeil; la quelle longueur d'un chemin toûjours un peu resistant, puisque les conducteurs humides sont bien loin d'être des conducteurs parfaits, ne peut que rallentir son cours.

Exp. BB. Que deux, trois, ou plusieurs personnes se tenant par les mains bien humides forment une chaine, ou communiquent autrement entr'elles par des conducteurs aqueux, p. e. par des cordes, des bandes de drap, de carton ec. trempées d'eau, ou bien plongeant les mains dans l'eau de quelque bassin: que la premiere personne de cette chaine ait l'oeil, ou le bout de la langue armé convenablement d'une lame d'étain ou mieux de zinc; et la derniere empoignant une lame d'argent porte les deux métaux au contact mutuel: les sensations de lumiere soudaine (et repetée si on réitere les contacts ec.) ou de saveur auront encore lieu; quoique d'autant plus foibles, que la chaine que doit parcourir le torrent électrique est plus longue, et que les mains et autres corps qui s'entrelient se trouveront moins humides, moins serrés les contacts ec.

§. 64. Je ferai observer ici que quelques humides que soient ces corps qui se touchent et où ils se touchent, quelque serré que soit ce contact, il n'équivaut jamais à une véritable continuité; et que cette espece d'interruption

Digitized by Google

ou continuité imparfaite, pour des semblables conducteurs, qui eux-memes ne sont pas des conducteurs parfaits, comme les métaux, mais fort inférieurs, oppose toûjours quelqu'obstacle au passage du fluide électrique, en rend le trajet un peu difficile, de sorte que si son courant n'est pas arrété, il en est plus ou moins rallenti et retardé. Malgré cela les sensations de saveur et de lumiere peuvent être ancore excitées à un degré remarquable en faisant l'expérience avec une chaine de 8 ou 10 personnes, qui se tiennent bien etroitement par les mains très-humides, si la premiere ayant le bout de la langue, ou le bulbe de l'oeil armé de la lame de zinc, la derniere empoigne la piece d'argent et va completer le cercle par le contact des deux métaux.

§. 65. Il y a plus: de la même maniere qu'on peut appliquer loin de l'oeil et de la langue une des armures, comme on vient de voir (§. 63-64), on peut également placer à la distance qui plait l'autre; on peut même les appliquer toutes deux, sans qu'elles touchent immédiatement à aucune partie du corps animal, à tout autre corps humide, ou à l'eau en nature: il suffit que l'oeil, ou le bout de la langue se trouvent dans la chaine non interrompüe des conducteurs humides, que parcourra le fluide électrique par l'action des deux métaux différents, lorsque moyennant leur contact on completera le cercle; il suffit que les nerfs excitables de la vision ou du goût fassent tellement partie de cette chaine, que le fluide électrique dans son courant soit obligé de les traverser ec. Parmi la multitude d'expériences je vais en décrire quelques unes qui peuvent servir d'exemple pour toutes les autres analogues.

Exp. CC. Une personne applique le bulbe de l'oeil à l'extremité d'une bandelette de cuir ou de carton bien trempée d'eau, la quelle bandelette touche avec l'autre extremité en plusieurs points une lame de zinc; cette même personne donne la main à une seconde (j'avertis encore une fois qu'il faut dans ces sortes d'expériences humecter les mains si elles sont seches), qui tient l'autre main plongée dans un grand bassin d'eau, où plonge aussi une lame d'argent. Les choses ainsi disposées à l'instant qu'on fait communiquer entr'elles les dites lames de zinc et d'argent, soit immediatement, soit par l'interposition d'un autre arc métallique quelconque, d'une seule piece ou de plusieurs, l'oeil qui se trouve en contact de la bandelette mouillée reçoit la sensation de l'eclair, qui se renouvelle à chaque fois, qu'ayant séparé d'entr'eux les métaux, on les réunit ecc.

Exp. DD. Que deux, trois, ou plusieurs personnes forment une chaine, ou en se tenant immediatement par les mains humides, ou jointes par d'autres corps bien mouillés, ou par des masses d'eau en nature, ou ici d'une maniere là d'une autre à volonté. Que la premiere de cette chaine trempe le bout de la langue dans un grand verre d'eau, dans lequel est plongée une lame de zinc, ou une bande de feuille étamée; que la derniere personne soutienne avec la main un carton, un cuir, un linge, ou quelqu'autre corps bien mouillé, auquel

Digitized by Google

soit appliquée ou près de la main, ou à une distance quelconque une lame d'argent; qu'enfin on porte cette lame d'argent en contact de l'autre de zinc ou d'étain: la langue qui trempe par son bout dans l'eau éprouvera très-bien la saveur acide, et cette sensation augmentant dans les premiers moments jusq'à un certain point continuera après au même dégré tant que le cercle ne sera point rompu (§. 56).

§. 66. Il est maintenant aisé de comprendre, qu'on peut par des dispositions convenables exciter à la fois la sensation de l'eclair et celle de la saveur, soit dans la même personne, soit dans deux ou plusieurs; qu'on peut exciter conjointement les convulsions d'une ou plusieurs grenouilles, ec.; et chacun imaginera comment on peut arranger de mille manieres ces expériences. Je veux pourtant en decrire encore une, qui en represente plusieurs.

Exp. EE. Dans une longue chaine de personnes où plusieurs se tiennent par les mains, il y en a qui communiquent par le bulbe de l'oeil, et d'autres par le bout de la langue; et cela soit par un contact immediat du doigt, soit mediatement par un carton ou autre corps bien mouillé; d'autres enfin entre les quelles des grenouilles préparées (c. à .d. coupées de maniere que les cuisses tiennent au tronc par les seuls nerfs sciatiques), forment autant d'anneaux de communication. Lors donc que la premiere personne de cette chaine curieusement entrelacée ayant empoigné avec la main humide une lame de zinc, et la derniere une lame d'argent, on vient à completer le cercle, par la jonction de ces deux métaux, on excite simultanément les convulsions dans les jambes des grenouilles, l'éclair dans l'oeil; et la saveur sur le bout de la langue; c. à. d. les mouvements et les sensations qui repondent à l'office et fonction propre des nerfs, que le fluide électrique, mu par l'action des métaux, et parcourant un tel cercle, rencontre sur sa route [3].

§. 67. J'ai déja fait observer (§. Exp. AA, BB) que plus la voye, ou l'arc des conducteurs humides, que le fluide électrique doit parcourir est long, moins l'action de ce courant sur les nerfs qu'il traverse est énergique. J'ai neanmoins réussi à exciter des fortes convulsions dans plusieurs grénouilles à la fois entrelacées à 14, 16, 20 personnes; ce qui est une jolie expérience et bien surprenante. Il faut pour cela que le pavé ne soit pas humide; autrement tout le torrent électrique, ou une grande partie, au lieu de parcourir la longue chaine des personnes, fait le tour de la premiere qui tient le zinc à la derniere qui tient l'argent par le pavé. Il arrive même, si celui-ci est trop humide, que l'expérience manque, quoique faite avec deux personnes seulement, sur-tout si les pieds de l'une s'approchent beaucoup de ceux de l'autre, et les souliers sont aussi fort humides.

[3] *A questo punto* L 10 *si stacca da* J 14. [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

§. 68. On peut, comme j'ai dit (§. 65 et 66) varier de mille manieres ces expériences; et on trouvera toûjours que les conditions requises se reduisent à celles-ci:

I: qu'il soit formé un cercle de deux arcs conducteurs, un métallique, l'autre de corps mouillés ou imbibés d'eau, ou de quelqu'autre humeur déférente, comme le sont tous les liquides non huileux;

II: que l'arc métallique ne soit pas d'un seul et même metal, mais composé de deux ou de plusieurs pieces, de maniere enfin que ses deux bouts, les surfaces aumoins qui touchent les bouts de l'arc non métallique, soient de métaux de differente espece;

III: qu'il ne se trouve la moindre interruption dans un tel cercle conducteur, nul corps interposé, qui soit isolant ni même mauvais conducteur, tel qu'un morceau de bois, un cuir, un carton ec. non mouillés.

Voila tout ce qu'il faut pour que le fluide électrique soit ébranlé et mis en mouvement par l'activité propre a tous les métaux, mais différente dans les métaux differents; en un mouvement, qui lui fait parcourir tout le cercle. Avec cela il n'y a plus d'autre condition requise pour exciter, suivant qu'on se propose, les nerfs des sensations, ou des mouvements, si non

IV: que l'arc non métallique, l'arc conducteur par humidité, formé d'une seule piece ou de plusieurs contigues, soit arrangé de maniere que ces nerfs non seulement s'y trouvent compris, mais forment à-peu-près eux seuls dans cet endroit le sentier de communication.

§. 69. Cette derniere circonstance pourtant n'est pas si essentielle que les autres conditions absolument necessaires: elle influe seulement à rendre plus ou moins forte, plus ou moins sensible l'irritation des dits nerfs, à mesure qu'une plus ou moins grande partie du torrent électrique qui fait le tour est obligée de passer par eux, jusqu'à porter l'excitation au plus haut degré lorsque les nerfs seuls offrent réellement le sentier, et à la rendre au contraire tout-à-fait insensible lorsque le torrent y passe peu réuni trouvant une assez large voye, et d'autres canaux hors les nerfs, qui lui facilitent le trajet. Mais je reviendrai à parler de ceci.

§. 70. Pour ce qui est de l'arc métallique, n'importe quelle soit sa longueur, sa grosseur, et sa forme, le nombre et variété des pieces dont il est composé, pourvu seulement qu'il soit tout métallique et que les pieces se touchent exactement. L'action dépend entierement de la diversité des métaux aux deux extrémités où se fait le contact avec les extrémités de l'arc non métallique, de l'arc déferent humide (aussi l'action est-elle des plus fortes si les deux métaux extrèmes sont zinc et argent; mediocre si ce sont argent et plomb, plomb et zinc; moins que médiocre, étant plomb et fer; et tout-à-fait petite avec argent et cuivre, cuivre et fer, fer et plomb, plomb et étain); ell'est tout ce qu'elle peut être, elle donne tout ce que peuvent donner des telles combi-

Digitized by Google

naisons, que ces métaux appliqués aux deux bouts du dit arc non métallique, communiquent entr'eux immediatement, ou par l'intermede d'autres métaux, quelqu'ils soient.

§. 71. La condition de l'arc non métallique, de l'arc conducteur par humidité, n'est pas la même que celle de l'arc métallique. La longueur d'un tel arc n'est pas une chose indifferente, et moins encore le nombre des pieces dont il est composé; des personnes p. e. qui forment la chaine: ces circonstances influent considerablement à diminuer ou rallentir le courant électrique, à en rendre moins puissante l'action sur les nerfs par lesquels il doit passer ecc. comme j'ai déja montré et expliqué (Exp. *AA*, *BB* et §. 64). Mais ce qui nuit encore davantage, est si cet arc non métallique se trouve d'un bout à l'autre, ou dans quelque partie seulement trop étroit, trop mince, si les pieces se touchent par un petit nombre de points ec., comme j'expliquerai plus bas.

Pour l'arc métallique au contraire il peut être formé dans une étendüe quelconque d'un fil très-mince, et les pieces multipliées tant qu'on veut, se toucher par quelques points seulement (pourvu que ces contacts se fassent avec quelque pression, et que là les métaux soient nets) sans qu'il en resulte une diminution d'action bien sensible (§. preced.). La raison de cette grande différence se presente aisement si on considere combien les métaux sont des conducteurs plus excellents, que tous les corps humides et l'eau elle-même.

§. 72. Je serai peut-être mieux entendu en representant la chose par quelques modeles ou types, sur-tout pour les cas compliqués resultants de la combinaison de plusieurs corps métalliques, et non métalliques, plus simples.

Fig. 1 est le plus simple de tous: *A* est l'arc conducteur humide d'une seule piece; *B* l'arc métallique de deux métaux differents, c. à d. d'une verge d'argent *B* et d'une autre de zinc *C* appliquées en *b c* au corps *A*, et qui se touchent entr'elles en *d*. Avec cette disposition, le courant électrique est excité, et fait le tour avec la plus grande facilité, dans la direction *c b d*.

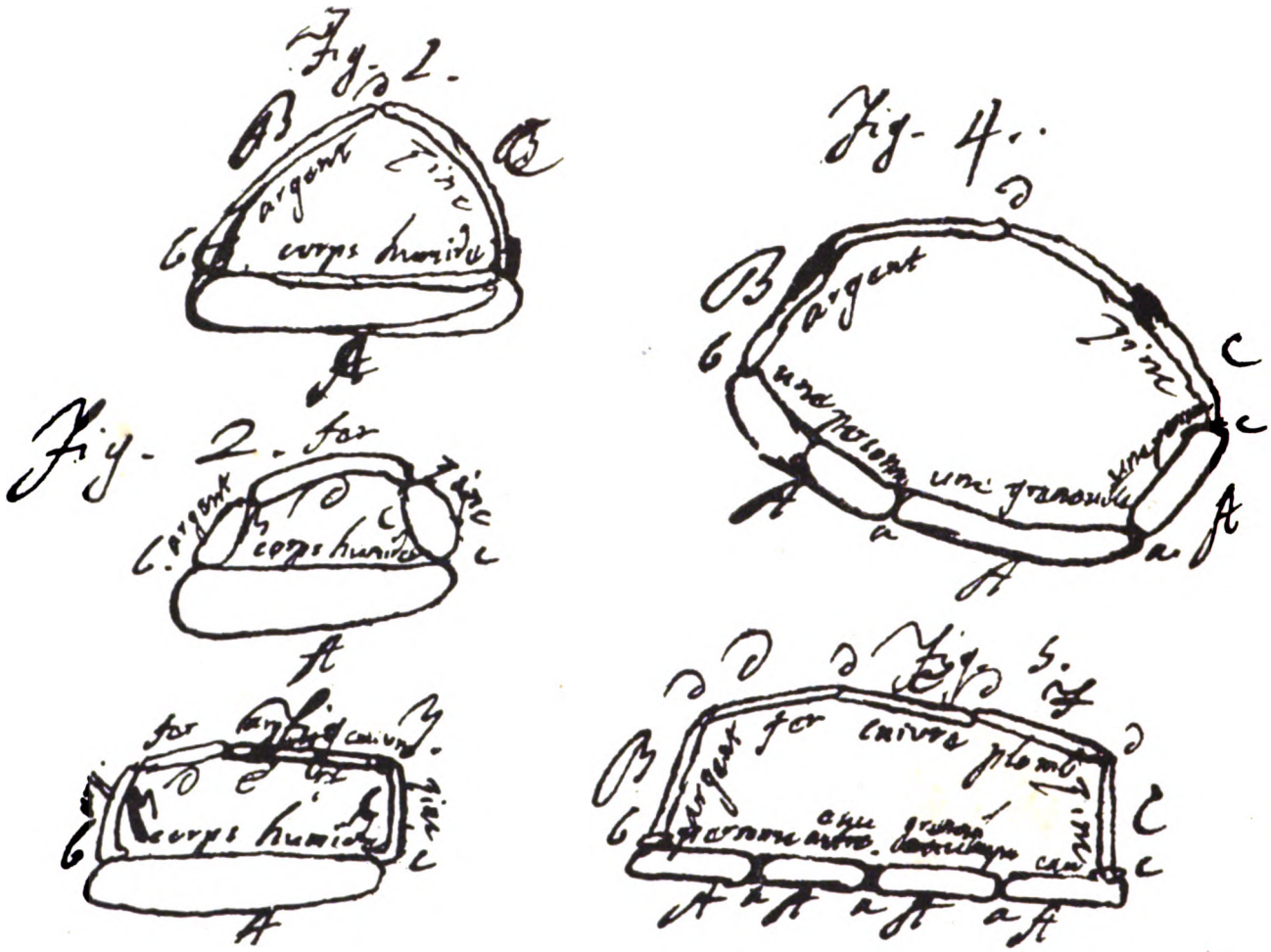
Fig. 2 ne differe de la premiere que par l'interposition aux deux métaux *B C* d'une troisieme piece *D*, qui est ici de fer, mais qu'il est indifferent de quelle espece elle soit: l'effet d'ailleurs est le même que si *B C* se touchoient immediatement.

Fig. 3 ne differe de la premiere et de la seconde, que par un plus grand nombre de pieces *D E F*, interposées aux deux *B C* qui font l'extremité de l'arc métallique: la quelle interposition ne change point et ne diminue pas sensiblement le courant électrique et son action (§. 70-71); c'est encore à peu près comme si *B* et *C* etoient en contact immédiat.

Fig. 4 ici l'arc non métallique, est formé de plusieurs pieces, de plusieurs corps conducteurs par humidité. Ce qui ne change pas non plus la direction du courant électrique, mais le rallentit seulement et en diminue l'action (Exp. AA, BB et §. §. 64, 71).

Digitized by Google

Fig. 5 enfin l'arc métallique aussi bien que le non métallique sont formés chacun de plusieurs pieces; et le courant électrique est diminué à raison seulement de la longueur et du nombre de pieces *AA* qui entre dans l'arc non métallique, et des contacts peu exacts, et peu étendus dans les points *a a* (§§. cités). Dans tous ces types sont exactement remplies comme on voit les



conditions du §. 68, I, II, III. Il ne manque donc rien pour que le fluide électrique soit mis en mouvement par l'action des deux métaux différents (appliqués d'un coté aux deux bouts de l'arc conducteur non métallique, et communiquants de l'autre coté entr'eux) et fasse tout le tour avec plus ou moins de facilité et de rapidité selon les circonstances indiquées; et comme il n'y a pour que ce courant puisse exciter les mouvements musculaires, les sensations de lumiere, ou de saveur, qu'à remplir la IV condition (§. cité); on obtiendra

Digitized by Google

cela, si le corps unique *A* dans les types 1, 2, 3, ou un des *A* quelconque dans les types 4 et 5 soit p. e. une grenouille préparée, si à quelqu'une des extrémités de ces mêmes corps humides, là où deux se touchent en *a*, se trouve le bulbe de l'oeil, ou la pointe de la langue (celle-ci, tournée contre le courant qui vient du zinc, si on veut avoir la saveur acide).

§. 73. Jusqu'ici nous n'avons consideré qu'un arc métallique, et un autre non métallique dans notre cercle conducteur, ayant toûjours rassemblés et reuni entr'eux d'un coté tous les corps humides, de l'autre toutes les pieces de metal, comme on voit dans ces cinq types. Mais [4] qu'arrivera-t-il si l'on entremêle aux pieces de l'arc métallique des conducteurs humides, ou si l'on introduit dans la chaine de ceux-ci, dans l'arc non métallique quelques métaux, si l'on fait que le cercle resulte de plusieurs arcs métalliques et non métalliques placés alternativement ?

Il est aisé de voir, que le nombre et les [5]...

---

[4] *Il tratto di testo da queste parole fino alla fine di* J 14 *trovasi, come si vede, ripetuto quasi testualmente nel principio del seguente* J 15. [*Nota della Comm.*].

[5] *Qui s'interrompe il Mns.* J 14: *segue ora il Mns.* J 15 *che lo continua.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

da J 15:

72. Telles sont les conditions pour toutes les expériences, où le cercle conducteur n'est formé que de deux arcs, un tout métallique, l'autre tout non métallique. Mais qu'arriverait-il si on entremêle aux pieces de l'arc métallique des conducteurs humides, ou si l'on introduit dans la chaine de ceux-ci dans l'arc non métallique quelques métaux, si le cercle conducteur resulte de plusieurs arcs métalliques et non métalliques placés alternativement? On voit que le nombre et les manieres de ces interpolations peuvent varier à l'infini. Eh bien, peut-on établir des regles, des conditions et determiner les cas qu'on obtiendra surement les effets, et ceux qu'on ne les obtiendra pas, ou tres-petit (et) ou difficilement? Oui: et cela par une application naturelle de mes principes:

Il suffira ici de dire, que l'effet manque c. à d. que nulle sensation de lumiere ou de saveur, si les métaux de differente espece ne se touchent pas immediatement, mais sont séparés par l'interposition d'un conducteur humide quelconque, de maniere que l'un et l'autre de ces métaux se trouve entre deux conducteurs de cette autre classe, comme par ex. si entre la lame d'argent, et celle de zinc tenües par deux personnes est placée une troisieme personne. On comprend en effet, que quelque soit la force propre de l'argent et du zinc, d'attirer, ou de pousser le fluide électrique, quelque differente qu'elle soit ou même contraire dans ces deux métaux, d'abord une telle force doit s'exercer également pour chacun en sens contraire puisque chacun touche

Ces principes suggerés par l'experience, sont ceux que j'ai en tant d'endroits déja indiqués, mais que je dois developper ici un peu mieux.

(73) Les métaux ne sont pas des simples Conducteurs, mais des veritables moteurs d'électricité; ils ébranlent lorsqu'ils sont portés à certains contacts le fluide électrique, le deplacent, et arrivent à le mettre dans certaines circonstances en un mouvement continuel. Chaque métal différent a une activité differente soit pour la maniere soit pour la force avec laquelle il tend à deplacer le dit fluide, et à le mettre en mouvement, lorsque il est appliqué par un seul coté à un conducteur d'une autre classe c. à d. à un conducteur par humidité. Mais si le méme métal touche egalement avec ses deux bouts, à

Digitized by Google

également à droite et à gauche à des conducteurs humides, il n'en peut resulter aucune rupture d'equilibre, aucun courant électrique.

Pour déterminer ce courant il faut que chacun des deux métaux touche par un coté seul le zinc p. e. à gauche, l'argent à droite à des conducteurs humides; et que par l'autre ils se touchent entr'eux, ou bien qu'ils touchent quelqu'autre métal interposé.

Alors supposant ou que l'action des métaux s'exerce dans ce même contact mutuel, que ce soit là où le fluide électrique reçoit réellement l'impulsion; ou plûtôt qu'elle s'exerce dans le contact avec les respectifs conducteurs humides [6], que le zinc p. e. y poussent (7) en avant le fluide électrique, et que l'argent au contraire l'attire, ou qu'il le pousse aussi bien lui, mais avec moins de force, ce que je crois plus probable (concevant que la vertû et puissance des métaux comme moteurs du fluide électrique soit la même en tous, et qu'elle differe seulement pour les degrés); quelque soit enfin la supposition qu'on adopte, on comprend comment le fluide électrique doit étre mu dans une direction et determiné à parcourir le cercle

((73) On comprend aussi...)

Il arrive par-là que lorsque deux métaux differents e. g. argent et zinc droite et à gauche, à des conducteurs humides, c. à d. s'il est compris entre deux de ceux-ci, les deux actions sur le fluide électrique étant égales de part et d'autre, le fluide électrique sollicité à se mouvoir en directions opposées, ne se determine pour aucune, il ne nait aucun courant, malgré que les dits conducteurs soient continus et complettent le cercle n'y ayant pas de raison pourquoi le courant aille de droite à gauche ou de gauche à droite. Voila pourqoui une seule piece de métal, ou deux de la même espece ne produisent rien (§.).

On ne produit pas plus d'effet et par la même raison avec deux métaux differents, même avec ceux qui different le plus sous ce rapport de moteurs d'électricité, c. à d. argent et zinc, si chacun d'eux est interposé à des conducteurs humides; puisque les actions en directions opposées se contrebalançant pour chacun, l'équilibre subsiste encore.

Il faut donc que chacun de deux métaux qui pour etre differents d'espece le sont aussi par respect à l'activité, soit appliqué par un seul de ses bouts aux conducteurs humides quel qu'il soit, et qu'ils se touchent ou communiquent ensemble, avec l'autre bout, sans aucune interposition ici de conducteurs humides, l'interposition d'autres métaux ne nuit aucunement, et il est indifférent de quelle espece

[6] *Si notino le due ipotesi sulla sede dell'elettromozione.* [*Nota della Comm.*].

[7] *Così il manoscritto.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

plus éloignés dans l'échelle ou table, que voici:

Zinc
Feuille d'étain
Plomb
Fer
Argent

Cette echelle doit avoir un plus grand nombre d'echellons, et j'y ai en effet inserés plusieurs autres substances métalliques comme les regles d'antimonie et de bismut entre le plomb et le fer, le cuivre laiton, platine entre le fer et l'argent de trois ou quatre au de là de l'argent.

da L 10:

§. Toutes les fois qu'étant les choses bien disposées, on a obtenu les effets au premier attouchement, si après avoir rompu le cercle soit par la séparation de deux métaux, soit en retirant la main de celle du compagnon, ou de dessus le corps mouillé, ou hors de l'eau, on retablit la communication, les mêmes phénomenes des mouvements et des sensations se renouvellent. Cela n'est pas surprenant. Ce qui le doit paroitre c'est que quelques fois les convulsions dans les grenouilles qui s'étoient appaisées durant que le cercle restoit complet, se renouvellent aussi à l'instant qu'il est rompu. J'expliquerai plus bas ce phénomene, avec ses circonstances plus remarquables, et je montrerai comment il nous fournit une nouvelle preuve, de ce que j'ai déja avancé (§.), que le courant de fluide électrique continue sans cesse son tour, tant que le cercle n'est point interrompu. La saveur continuée, et qui augmente même dans la langue le prouvent directement (§.); de même que les contractions dans la grenouille préparée, qui ne relachent pas, et qui representent un véritable *tetanus*, ou qui se reveillent à reprises pour un certain tems, jusqu'à ce que les nerfs s'accomodent en certaine maniere à ce courant continuel et prenant pour ainsi dire une assiette se compose au repos. Qu'on ne s'imagine donc pas alors qu'on voit appaisées les convulsions, que le courant du fluide électrique soit fini: la sensation de la saveur vous montreroit qu'il se soutient toujours, qu'il va toujours son train;

Digitized by Google

il n'est suspendu et tronqué, que par la disjonction des conducteurs: cette disjonction qui revient à l'interposition d'un milieu resistant, d'un cohibent, l'arrete tout d'un coup: que dis-je il l'arrête? ce n'est pas assez qu'un tel obstacle insurmontable arrête le courant de fluide électrique, il ne peut l'arreter tout d'un coup sans le faire donner en arriere par repercussion, sans lui faire retrousser chemin; or donc c'est ce reflux instantané que se portant sur les nerfs sciatiques de la grenouille, qui s'étoient en certaine maniere accomodés au premier courant, et remis en repos, irrités de nouveau par cette nouvelle secousse par ce mouvement soudain à rebours, les ... [12].., ces mêmes nerfs, qui produisent les contractions des muscles dépendants.

§. Mais il devroit donc aussi exciter l'éclair dans l'oeil, et la saveur sur la langue; et qu'en est-il? A-t-on ces sensations à l'instant de la disjonction des métaux, comme on les a au moment de leur jonction? Je repons: 1.ment que le fluide électrique qui arrive par un tel reflux aux nerfs excitables quelqu'ils soient a peu de force de sorte que s'il peut dans quelques circonstances (car cela n'arrive pas toujours) irriter suffisamment les nerfs sciatiques de la grenouille preparée par lesquels nerfs depouillés tout autour, il passe resserré et concentré, il ne peut pas produire un effet assez sensible sur les nerfs du gout et sur ceux de la vision qui ne sont ni isolés, ni à decouv... [13] et auquels par conséquent il arrive moins concentré et diffus par plusieurs autres fibres conductrices. En second lieu, que quelque petit eclat de lumiere est réellement produit quelquesfois dans l'oeil, à l'instant de la séparation des deux métaux, comme j'ai déja fait remarquer (§.). Quant à la sensation du goût, comme elle continue (§.) tout le tems que le cercle des conducteurs n'est point interrompu, qu'elle est vive au moment de la séparation, du reflux du fluide électrique, que cette séparation occasionne, ne peut faire une impression sensible sur cet organe deja affecté, qui s'aperçoit seulement d'une grande diminution, et bientôt de la cessation entiere de la sensation précedente.

§. Après tout il ne faut pas s'attendre que même les convulsions de la grenouille arrivent egalement par la rupture du cercle, comme par le retablissement; par la séparation comme par la jonction des métaux, quoiqu'elles arrivent souvent par l'une et par l'autre, ni qu'elles soient egalement fortes dans les deux cas. Elles paroissent communément plus foibles, comme il est bien naturel, dans la séparation; et les cas où elles ont lieu de cette maniere sont beaucoup plus rares; quoiqu'il y ait des circonstances, dans lesquelles on les obtient très-bien par la dite separation, et difficilement, ou même point du tout, par la jonction. Je crois pouvoir expliquer ces anomalies d'une maniere

---

[12] *Breve tratto illeggibile.* [*Nota della Comm.*].

[13] *Illeggibile la fine della parola.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

satisfaisante, par des faits, et des applications tirées de ces faits, qui repandront un grand jour sur l'action du fluide électrique dans l'economie animale. Mais ce n'est pas ici le lieu.

§. Je reviens aux sensations excitées, mouvements musculaires, et plus particulierement de saveur sur la langue et à l'eclat dans l'oeil lorsqu'on retablit le cercle complet des conducteurs.

Jusqu'ici nous avons supposé qu'on l'ait rompu par la séparation des deux métaux l'un de l'autre. Mais on peut le rompre autrement en detachant ces mêmes métaux des corps humides, auxquels ils se trouvent appliqués, ou enfin en separant d'entr'eux les corps humides, qui forment l'autre partie du cercle, e. g. en retirant la main de celle du compagnon; ou de dessus le corps mouillé, ou hors de l'eau. Or de quelque maniere qu'arrive la rupture, ou discontinuation du cercle conducteur les phénomenes sont les mêmes: c. à. d. il y a dans certaines circonstances un mouvement de convulsion dans les jambes de la grenouille en consequence par cette secousse momentanée que produit sur les nerfs le reflux, du fluide électrique, dont j'ai parlé ci dessus (§.); un leger changement dans les sens de la vüe, ( ), et une relache très-marquée de la sensation de saveur sur la langue, si ce n'est pas une cessation totale. Mais si tout va de même; que l'interruption de la chaine ou cercle se trouve entre les deux métaux, ou entre un métal et le conducteur humide, ou entre deux de ces conducteurs, en un mot que l'arc métallique soit rompu, ou l'arc déferent humide; les effets ne sont pas [semblables] à tout point les mêmes lorsqu'on vient à completer le cercle par la jonction des parties séparées. Car si lorsque ce sont les métaux qu'on unit, l'effet est produit tout entier à l'instant de l'attouchement, et quand même il ne se fasse que par un point, pourvu que ce contact soit exact (ce qui exige quelque pression, sur-tout si ces métaux sont depolis ou ternes); de sorte que les convulsions dans les jambes de la grenouille sont de la même violence, l'eclat dans l'oeil de la même vivacité, la sensation de saveur sur la langue, de la même force, que si les deux métaux se touchoient en plusieurs points par des surfaces étendües. Au contraire lorsqu'il s'agit de porter l'un ou l'autre métal au contact du conducteur humide quelqu'il soit, et plus encore de joindre deux de ceux-ci entr'eux, il faut pour obtenir le plus grand effet les appliquer par des surfaces d'une étendüe convenable: autrement on n'excitera que des convulsions, et des sensations foibles. Les différences produites par cela se remarquent sur-tout dans les expériences sur la langue. Je vais en apporter un ou deux exemples.

Exp. Une lame d'argent plonge en partie, dans l'eau d'un vase de verre ou autre, qui ne soit pas métallique et deborde en partie. A cette partie qui reste hors de l'eau est jointe une lame d'étain, ou de zinc, contre laquelle on applique le bout de la langue. Jusques-là aucune sensation remarquable de saveur. On touche alors de la pointe du doigt l'eau du vase, et on a à peine

Digitized by Google

le commencement d'une saveur acide, qui depuis ce degré presqu'imperceptible s'accroit à mesure qu'on plonge ce même doigt dans l'eau, qu'on en plonge deux, trois, et enfin toute la main, jusqu'à point d'être non seulement très-distincte, mais d'une force considérable.

Exp. On n'a pas besoin de la lame d'argent, si le vase même en est. Il suffit alors que la lame d'etain ou de zinc soit appuyée ou touche de quelque maniere exterieurement au vase. Le reste comme dans l'exp. precédente.

Exp. Soient deux vases non métalliques pleins d'eau. Dans l'un plonge une lame de zinc, dans l'autre une lame d'argent, et chacune debordant s'avance en dehors jusqu'au contact mutuel. Trempez le bout de la langue dans l'eau du premier vase; donnez la main à une seconde personne, celle-ci à une troisieme, ecc. (qui toutes auront eu l'attention d'humecter leurs mains); que la derniere personne enfin plonge peu à peu un doigt, deux, trois doigts, de sa main restée libre, toute la main enfin dans l'eau du second vase; et vous aurez la sensation de saveur augmentée ici encore par dégrés, depuis le plus foible et imperceptible jusqu'à un mediocrement fort.

Exp. Que tout soit comme dans l'experience precédente; que la main de la derniere personne se trouve déja plongée dans le vase où est l'argent de même que le bout de la langue dans celui où est le zinc; que ces deux métaux se trouvent en contact; que seulement le cercle soit discontinué par la separation des mains de deux personnes de la chaine. Si elles rejoindront leurs mains tout d'un coup, et par un ample contact, la langue aura la sensation vive à l'instant (et s'il y avoit dans la chaine des grenouilles préparées, elles seroient violamment secouées); au contraire, si elles commencent par se toucher legerement en peu de points l'effet sera presque nul, ou très-foible; et la saveur se relevera seulement à mesure que le contact de deux mains deviendra plus exact et plus étendu.

Exp. Je prend une tasse de zinc montée sur un pied d'argent; et l'ayant remplie d'eau, j'y trempe le bout de ma langue; dans cette attitude je touche d'un doigt, ou de deux doigts de mes mains humectées d'avance, le pied d'argent: faible sensation de saveur indecis. J'empoigne ce meme pied, et le serre etroitement dans la main, ou dans les deux mains; et la saveur s'exalte, je sens un acide très decidé, et beaucoup plus vif.

§. Il est je crois inutile de dire, que la sensation est nulle, si la main au lieu d'embrasser le pied d'argent, embrasse la coupe même de zinc: comme elle est nulle toutes les fois qu'on n'employe pour former le cercle qu'un seul métal, ou deux de la même espece. Il seroit aussi inutile de rapporter un plus grand nombre d'expériences, en preuve de la proposition ci-dessus avancée que mieux expliquer d'où vient, que les communications qui se font par quelque points seulement de contact soit entre le metal et le conducteur humide, soit entre deux de ces derniers, ne suffisent pas, comme il paroit, pour un libre et

Digitized by Google

prompt passage du fluide électrique. La raison en ce qu'il faut l'application de surfaces d'une étendue considerable qui se touchent tandis que pour le contact des métaux entr'eux de quelques points fait tout autant que l'application de larges surfaces. Je vais plûtôt donner la raison de cette difference. Je la trouve aisément dans la vertu conductrice beaucoup plus grande des métaux, que de l'eau, et autres corps humides. Les premiers sont des conducteurs si bons, si parfaits, qu'un fil métallique de telle longueur qu'on veut, et du diametre d'$^1/_4$ d'$^1/_{10}$ de ligne, n'arréte et ne retarde pas sensiblement la forte decharge d'une grande bouteille de Leyde, au moins il n'empeche pas qu'elle se fasse avec la rapidité necessaire pour faire sentir la commotion. Au contraire l'eau et les corps les plus humides, qui passent pour être assez bon conducteurs le sont si peu en comparaison des métaux, qu'un filet, ou cilindre d'eau d'une ligne de diametre et davantage, et de quelques pouces de longueur, une bandelette de carton mouillé d'1 ou 2 lignes de largeur, placés dans le circuit s'ils n'empechent pas la decharge de la bouteille, ils retardent pourtant, otant à la rapidité et impetuosité du courant électrique de sorte, que la commotion n'a pas lieu, ou une beaucoup plus petite ec. Au defaut de conducibilité de ces corps, que j'aime à appeler plutôt conducteurs imparfaits, que mauvais conducteurs on peut suppléer en leur donnant une largeur d'autant plus grande, qui offre par là une voye assez libre au courant électrique. En effet un gros cilindre, ou autre masse d'eau, une corde large de chanvre, ou une bande de carton trempée, et assez large, conduisent très-bien la commotion, qui ne étoit pas conduite par des filets minces, des même corps. Il paroit donc, que chaque fil d'eau ne pouvant conduire qu'une petite quantité de fluide électrique à la fois (incomparablement moins qu'un fil métallique de la même grosseur), il faut qu'il y en ait plusieurs auxquels ce fluide puisse se partager, pour qu'une quantité considerable soit conduite avec assez de promptitude. En un mot c'est un sentier trop étroit pour le fluide electrique, mis en courant, que celui de quelques fils d'eau, vü son imparfaite conducibilité, il en faut un nombre considerable.

Cela nous fait assez comprendre pourquoi aussi dans les expériences dont nous nous occupons, où la seule action des métaux différents ébranle le fluide électrique, et produit un courant continuel, les corps humides qui forment une partie du cercle conducteur doivent être appliqués l'un à l'autre, et aux deux bouts de l'arc métallique, qui complete le dit cercle par des surfaces assez étendües, presenter plusieurs points de contact; et n'avoir enfin dans toute la longueur aucun endroit, où leur volume soit trop rétreci; tandis que les métaux, dont est formé le susdit arc métallique, pourvu seulement qu'ils ayent un contact assez étendu avec les corps humides, comme on vient d'indiquer, peuvent être pour le reste aussi minces qu'on veut, et ne se toucher qu'en quelques points.

Digitized by Google

§. C'est donc la partie plus imparfaite du cercle conducteur, c. à d. celle formée des deferents humides, en un mot l'arc non métallique, qui par cela même qu'il n'est pas si perméable, doit presenter une voye d'autant plus large, sans qu'elle soit en aucun endroit étranglés ou excessivement rétrecie; et par conséquent et à plus forte raison s'appliquer bien tant aux deux bouts de l'arc métallique qu'entr'eux, de maniere que le contact se fasse en plusieurs points, pour ne pas trop retarder le courant de fluide électrique, pour lui donner un passage assez libre. Ce chemin spacieux dans toute la longueur du cercle non metallique sans aucun étranglement .... [14] .... est une condition des plus importantes.

Eh! quoi, me dira-t-on, n'est-il pas rétreci le chemin, et le passage fort reserré là, ou il ne reste pour toute communication que les deux nerfs cruraux de la grenouille préparée, ou même un seul? Et le contact ne se fait-il pas en quelques points seulement là où à peine le bout de la langue est appliqué à un des métaux, ou à l'eau? Et cependant on a de cette maniere les plus grands effets. N'est-ce pas une contradiction? Bien loin de cela: ce que je viens de dire fournit justement l'explication de la chose. Car si d'un coté le courant électrique venant à se reserrer dans le canal étroit de quelques nerfs, ou d'un petit nombre de fibres est rallenti par la resistance qu'il y rencontre à cause de leur imparfaite perméabilité; de l'autre coté ces mêmes nerfs réagissants souffrent d'autant plus de l'effort que fait le fluide contr'eux, de son action plus concentrée, s'il est vrai que l'action et la reaction vont de pair.

Il faut donc lorsque l'arc conducteur non métallique est long ou de plusieurs pieces, c. à d. formé de plusieurs personnes, ou autres corps humides, que tous ces corps se touchent exactement par des surfaces larges, et qu'il n'y ait dans toute la chaine aucun autre étranglement, ou contact en peu de points, qu'à l'endroit des nerfs, ou près des nerfs, sur lesquels on veut concentrer l'action il faut dis-je cela du fluide électrique qui parcourt le cercle; pour obtenir les plus grands effets, savoir les plus forts mouvements musculaires, si ce sont les nerfs inservients à ces mouvements, les plus fortes sensations de saveur ou de lumiere, si ce sont les nerfs du gout, ou de la vision. Bref, il faut que le fluide électrique passe diffus où il ne doit guere faire l'impression sensible sur les nerfs pour que son passage soit le plus libre possible, et resserré où l'on veut qu'il les irrite, pour qu'il les irrite d'autant plus, qu'ils y doit faire plus d'effort, qu'il y rencontre plus de difficulté à passer outre.

Cette espece d'obstruction à son passage, qui ne fait pourtant que le rallentir, est cause, qu'au dela d'un de ces sentiers étroits (comme p. e. les nerfs sciatiques d'une grenouille restés seuls pour unir les jambes au tronc), le courant

[14] *Breve tratto del Mns. illeggibile.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

électrique excité par le contact des deux métaux, n'a pas la force d'exciter vivement les sensations de saveur sur la langue, ou de lumiere dans l'oeil; et qu'il les excite toujours plus foibles jusqu'à ce qu'elles deviennent insensibles, si dans le cercle qu'il parcourt il rencontre plusieurs de ces passages étroits et genants. C'est ainsi, que, lorsque trois, quatre, cinq personnes se tenant par leurs mains bien humides, et bien entrelacées complettent le cercle par un arc métallique la premiere personne empoignant celui-ci, et la derniere appliquant le bout de la langue au zinc, cette langue ne manque pas de sentir la saveur acide si non forte, assez marquée, et qu'elle ne sent presque rien, ou rien du tout, si à la place de la personne ou des personnes intermediaires on substitue un nombre égal de grenouilles préparées. Ces petits corps interposés forment des chainons plus courts, et qui devroient être par là plus facilement traversés par le courant électrique; mais comme celui-ci doit passer reserré par les seuls nerfs qui attachent les jambes des grenouilles ainsi préparées au dos, il les irrite violamment, et excite les convulsions ec. en même tems qu'il irrite ces nerfs, d'où s'ensuivent les convulsions de tous les muscles cruraux; il est par ces canaux trop étroits beaucoup plus géné dans son passage et rallenti, que lorsqu'il traverse le corps entier d'un homme ec.

§. Au reste les nerfs du mouvement paroissent être beaucoup plus excitables par le fluide électrique qui les traverse que ceux des sensations, vu que plusieurs grenouilles enchainées l'une avec l'autre, ou entrelacées à des personnes, ne laissent pas d'être saisies de convulsion (Exp.), malgré que par les passages étroits de chacune par tous ces étranglements le courant électrique doive être extremement rallenti; tandis que deux ou trois de tels sentiers étroits, rendent deja l'action de ce même courant insensible à l'oeil et à la langue.

Mais il faut encore observer, que dans les grenouilles, préparées de la maniere decrite tout le courant électrique passent[15] reuni dans les seuls nerfs sciatiques, et les parcourt dans toute la longueur; au lieu que dans les expériences où il s'agit d'exciter les sensations de lumiere, ou de saveur, il ne peut, soit traversant l'oeil, soit penetrant le bout de la langue frapper que quelques filets nerveux, et parcourir des petits traits, et bien loin de faire son trajet resserré dans les nerfs seuls, il doit se repandre à tant d'autres fibres et vaisseaux conducteurs qui entourent ces nerfs. Il faudroit que ces nerfs des sensations, se presentassent nus et isolés et de maniere, que le courant électrique dût enfiler ces seuls canaux, comme il arrive pour les nerfs cruraux (sciatiques) de la grenouille préparée ec. Ainsi je ne déciderai pas que les nerfs du mouvement soient en eux mêmes plus excitables par l'incursion du fluide electrique, que

[15] *Così il Manoscritto.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

les nerfs des sens; cela pourroit dépendre uniquement des circonstances, notamment de la preparation susindiquée des dits nerfs du mouvement. En effet s'il ne sont pas ainsi preparés et les choses disposées de maniere que le fluide électrique soit obligé de passer tout réuni par eux seuls; s'il restent encore entourés d'autres fibres et vaisseaux, comme lorsqu'ayant eventré la grénouille, on se contente d'emporter les visceres, et on laisse les lombes, les convulsions ne sont excitées que beaucoup plus difficilement, plus difficilement même que la saveur sur la langue, et l'eclat dans l'oeil. N'est-ce pas parceque y ayant d'autres fibres conductrices, pour le trajet du fluide électrique, il en passe d'autant moins par le sentier des nerfs ischiatiques? Cependant la voye n'est pas encore si large; la quantité de fluide électrique qui passe par les nerfs, est encore assez grande pour les irriter avec une certaine force. Cette grenouille à demi préparée peut encore souffrir des convulsions non seulement si on lui applique immediatement les deux métaux differents un au dos, l'autre au jambes, et on le porte au contact mutuel; mais si elle fait anneau de communication entre deux personnes qui empoignant les deux métaux viennent par leur jonction a completer le cercle ec. pourvu que ces deux soient les métaux qui ont plus d'activité, c. à. d. zinc et argent ou or, car autrement l'expérience ne reussit pas. Comme elle ne reussit jamais même en employant les meilleurs métaux; avec une grenouille non éventrée, dans la quelle il y a trop de voyes conductrices et trop larges, pour que le courant électrique se condense dans les nerfs; je dis jamais, si la grenouille est placée entre deux personnes, ou entre d'autres conducteurs humides, de sorte que cet arc deferent imparfait, que doit parcourir le fluide électrique soit long, ce qui joint à l'obstacle qui nait de l'imparfaite continuité aux endroits des jonctions, rallentit déja son cours, comme nous avons beaucoup vu (§.); car autrement si on applique immediatement les deux métaux, bien choisis, c. à d. feuille d'étain, ou mieux zinc à une partie et argent ou or à une autre de la même grenouille non éventrée, d'une grenouille entiere et intacte, on peut très-bien exciter des convulsions (Exp.).

§. Pour rendre ceci plus évident ayons recours à des expériences sur les mêmes grenouilles, preparées entierement, à demi préparées, et nullement preparées avec l'électricité artificielle ordinaire. J'ai déja rapporté quelques resultats et indiqué en gros la manovre de ces expériences (§. 5-8). Je vais en decrire quelques autres plus particulierement.

Exp. Qu'une personne tenant avec ses doigts mouillés la tête, ou les pieds anterieurs d'une grenouille entiere et intacte; une seconde personne en tienne une des jambes posterieures, ou toutes les deux; et avec un doigt de l'autre main, ou moyennant un carton mouillé touche le bulbe de l'oeil à une troisieme personne. Soit une bouteille de Leyde assez grande chargée au point seulement que ne pouvant lancer la moindre étincelle elle puisse à peine donner

Digitized by Google

des signes aux Electrometres de CAVALLO ou de BENNET, eloigner p. e. de quelques lignes les bandelettes de feuille d'or, leur faire marquer 8 ou 10 degrés. Une si foible Electricité (qui pourtant s'agissant de charge de lames isolantes armées sur les deux faces, importe une quantité encore considerable de fluide électrique, vu la très grande capacité de ces lames en vertu des électricités contraires sur les deux surfaces opposées qui en se contrebalançant se soutiennent), dechargée à travers les trois personnes et la grenouille; n'excitera point de commotion sensible dans les bras des ces personnes; mais bien l'eclair dans l'oeil touché; et les convulsions dans les jambes de la grenouille.

On voit donc que les bras et les corps des personnes presentant une voye trop large, un passage trop libre à un tel courant électrique, il ne produit pas d'irritation sensible sur les nerfs; que commençant à être moins diffus dans le corps d'autant plus etroit de la grenouille, et par là une plus grande quantité de ce fluide étant obligée de passer par le moelle épiniere, et les nerfs cruraux, l'irritation qu'il y produit est déja suffisante à exciter les mouvements des muscles, les convulsions. Enfin que le passage étant de plus en plus reserré dans l'oeil, il y agite correspondamment davantage les nerfs de la vision. Je dis davantage; puisqu'effectivement, on obtient la sensation de lumiere, quand même la charge de la bouteille est plus foible encore et n'arrive pas à secouer la grenouille, entiere et intacte.

Exp. Que les choses soient disposées comme dans l'exp. précedente, avec cette seule différence, que la grenouille ait la tête et le ventre coupé de maniere que les seuls lombes avec les nerfs cruraux (que paroissent alors decouverts et couchés sur l'os sacrum) restent entre le dos, et les jambes. Alors par une decharge égale à la précedente, on obtiendra des convulsions beaucoup plus fortes dans cette grenouille à demi préparée, mais de l'autre coté un éclat plus foible dans l'oeil. C'est-à-dire que le courant de fluide électrique, devant se resserrer dans le sentier étroit de seuls lombes, en même tems que plus condensé aussi dans les nerfs cruraux qui font une partie de ce sentier, doit les irriter plus fortement, retardé par un tel obstacle dans son mouvement, il arrive avec autant moins d'énergie à frapper l'oeil.

Exp. On obtiendra encore quelques convulsions dans la grenouille coupée comme ci dessus mais difficilement, ou point du tout l'eclat de lumiere, dans l'oeil, avec une charge de la bouteille de Leyde 4, 6, 8 fois plus foible, que dans les deux exp. prec. avec une charge à peine sensible d'1 ou 2 degré seulement de l'Electrometre de BENNET; et insensible à tout autre Electrometre. Il est inutile de dire que si une charge comme celle-ci est déja trop foible pour exciter la sensation dans l'oeil il ne faudra pas l'attendre des charges plus foibles encore.

Exp. Si on coupe une partie des lombes, la moitié, deux tiers ec. sans

Digitized by Google

endommager les nerfs cruraux; une charge encore plus foible, et à peine sensible, même à l'Electrometre de BENNET excitera les convulsions dans les jambes de la grenouille.

Exp. Enfin si on emporte l'os sacrum et le reste avec lui, en laissant seulement les nerfs cruraux pour toute communication entre les jambes et le tronc, une charge de la bouteille qui ne va pas a $^1/_8$ ou $^1/_{10}$ de degré du dit Electrometre, et absolument imperceptible, est capable à exciter les dites convulsions. On voit donc combien peu suffit pour exciter les mouvements musculaires dans la grenouille ainsi préparée (et c'est le même pour tout autre animal, ec.) dans cette circonstance que le courant électrique doit enfiler les nerfs inservients à ces mouvements et passer tout reuni par eux.

Exp. Cependant si on mettra plusieurs de ces grenouilles préparées dans le cercle, soit de suite soit entrelacées à des personnes, on trouvera qu'une telle charge extremement foible ne suffit pas; qu'on doit employer une électricité un tant soit peu plus forte, et qu'elle est d'autant moins efficace, que le fluide électrique dechargé doit non seulement faire un tour plus long, mais passer par un plus grand nombre de tels sentiers extremement étroits, ce qui contribue beaucoup plus à rallentir son cours.

Exp. On trouvera aussi, que la charge extremement foible est rendüe inefficace non seulement par la moindre interruption dans le cercle, ou par l'interposition d'un corps quelconque mauvais conducteur, quelque petite qu'en soit l'épaisseur, par l'interposition p. e. d'une linge fin, d'une membrane, d'un papier mince, qui ne soient pas bien mouillés, mais encore si les mains elles mêmes qui se tiennent, et celles qui touchent au corps de la grenouille, ne sont pas humides; si ces contacts ne se font qu'en peu de points ecc.

§. Voila comment les expériences avec l'électricité artificielle ordinaire, servent à éclairir les autres, où le jeu vien d'une électricité semblable produite par les simples attouchements des deux métaux de différentes espece, justement comme nous avons observé dans les autres expériences, entr'eux, et avec des conducteurs d'une autre classe, qui sont les conducteur humides.

Pour retourner à la différente excitabilité des nerfs par l'action du stimulant électrique, par les moyens dont nous nous occupons et même par toute autre électricité artificielle, il est bien remarquable, que les nerfs du sens de la vision, aussi bien que ceux des mouvements volontaires se ressentent le plus fortement, et presque seulement à la premiere impression que fait sur eux le courant du dit fluide n'en étant pas beaucoup affectés ensuite pour le tems qu'il continue sans interruption. Et que tout au contraire les nerfs du gout ne sentent rien ou presque rien pour un seul instant, c. à. d. si le courant électrique n'est point continuel. Ainsi donc les violentes convulsions excitées dans la grenouille à l'instant qu'on complette le cercle conducteur, s'appaisent ordinairement, bientôt, tout au plus il en paroit de tems en tems des moins fortes ( )

Digitized by Google

quoique le cercle n'étant point interrompu, le courant de fluide électrique, se soutienne toujours, comme il est prouvé par tant d'autre expérience ( ), pareillement la vive sensation de lumiere dans l'oeil, est instantanée, elle passe comme un eclair; et à peine reste-t-il celle d'une très-foible lueur, tout le tems que continue le contact mutuel de deux métaux appliqués un à l'oeil, l'autre à la bouche ( ). Mais il n'en est pas de même de la sensation de saveur sur la langue: elle est imperceptible au premier instant, et augmente par dégrés le tems de quelques secondes, après quoi elle se soutient dans la même vigueur; tant que le cercle conducteur n'est point rompu ( ); c'est bien une preuve, il faut encore le repeter, que le courant électrique est entretenu tout ce tems.

On voit par là, et il paroit en genéral, que pour les sensations du goût il faut que la cause excitante se tiennent [16] quelque tems appliquée à l'organe, qu'une action momentanée, une secousse passagere sur les nerfs du goût n'est point ou presque point perceptible au contraire. La sensibilité et excitabilité des nerfs de la vision, et des nerfs des mouvements volontaires, sont telles, que la plus forte impression et les plus grands effets ont lieu au premier instant, à la premiere secousse. Cela posé on comprend pourquoi les convulsions sans relache, dans les jambes de la grenouille, aussi bien que la sensation de lumiere à peu près continuelle, d'une lumiere comme flamboyante on les obtient seulement par des alternatives de rupture, et de retablissement du cercle conducteur par des separations, et contacts rapidement réitérés (exp.), que laissant durer ces mêmes contacts et maintenant le cercle complet; tandis que pour la sensation de saveur ces frequentes interruptions nuisent beaucoup, et qu'elle ne devient jamais assez forte, si on ne laisse pas subsister les communications dans tout le cercle au moins quelques secondes.

On explique (comprend) de même (aussi) pourquoi la decharge momentanée d'un conducteur électrisé, ou mieux d'une bouteille de Leyde très-foiblement chargée, excite très-bien la sensation de l'éclair, en la faisant passer à travers le fond de l'oeil, et en la faisant enfiler les nerfs sciatiques de la grenouille, les convulsions dans les jambes; et n'excite que peu ou point la sensation de saveur lorsqu'elle penetre et traverse le bout de la langue. Il faut pour avoir cette sensation de la saveur acide diriger contre le bout de la langue un ruisseau continuel de fluide électrique, en la présentant au soufle et à l'emanation électrique de la pointe du conducteur de la machine dont on entretient le jeu ou en la tenant appliquée à ce même conducteur.

§. Je reviendrai encore à parler de ces expériences avec l'électricité artificielle des machines mises en parallele avec celles dont nous nous occupons

---

[16] *Così il Manoscritto.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

presentement, dans lesquelles, tout le jeu dépend de l'action de deux métaux différents mis en contact entr'eux et appliqués par les deux extrémités opposées à des corps humides qui complettent le cercle; et ferai voir encore plus clairement par la parfaite ressemblance des effets en tout point, des conditions requises, des circonstances et modifications (la quelle ressemblance resulte déja en grande partie surtout des exper. (( )), l'identité de la cause, savoir, que c'est ici, comme là un torrent de fluide électrique. A présent il me reste encore à dire rapport à la différente excitabilité des sens, que si celui du goût est beaucoup moins delicat que l'autre de la vüe, en cela particulierement qu'il ne peut pas être excité si promptement; une semblable paresse et une plus grande grossièreté se montre dans une autre sens, qui lui est le plus analogue, je veux dire le tact. Cependant je suis parvenu comme j'ai déja annoncé (§.) à exciter les sensations du tact par les mêmes moyens que j'avois excitées celles du goût et de la vision. Il n'y a donc que l'odorat, et l'ouie qui se sont jusqu'ici refusés à mes tentatives.

On imagine donc bien qu'il faut choisir des parties, où le sens du tact soit très-delicat; et employer les moyens les plus forts. Ces moyens sont les métaux qui ont plus d'activité lorsqu'ils sont en opposition, argent ou or d'un coté, papier étamé, ou mieux zinc de l'autre. Or les parties plus delicates que j'ai assujetties à ces épreuves avec succès sont le bulbe de l'oeil, le bord interieur des paupieres, et surtout les environs de la glande lacrymale; j'ai donc excité dans ces parties par l'attouchement des métaux les plus actifs, une sensation plus ou moins douloureuse, et cuisante: dans l'interieur des narines encore on produit la sensation d'une petite piquure, et une autre sensation desagreable, vers la racine de la langue, et le fond du palais, si on applique à ces parties l'une des deux armures métalliques; mais ces dernieres sensations sont ordinairement trop foibles et obscures; on exciteroit, je n'en doute pas, une vive douleur, plus forte même que dans les parties delicates de l'oeil, dans les playes où la chair très irritable est à decouvert; mais je n'en ai pas fait l'expérience. Je vais decrire quelqu'une de celles sur l'oeil et il n'y a que celles sur l'oeil qui soient bien marquées, et même trop fortes quelques fois pour pouvoir les supporter sans peine. Il suffira donc de decrire quelqu'une de ces expériences sur l'oeil.

Exp. Lors donc qu'ayant appliqué au bulbe de l'œil, sur-tout au coin vers le nez, un bout de la lame de zinc; pris dans la main humide, ou mieux dans la bouche l'autre d'argent, ou viceversa; portées ces deux lames au contact mutuel, après l'éclat passager de lumiere, excité dans le fond de l'œil à l'instant du dit contact (Exp.); il nait peu-à-peu (bien entendu que tout reste à sa place, que la communication ne soit point rompüe) une sensation de douleur, et de cuisson dans les parties touchées de l'oeil, qui augmente non seulement pendant quelques secondes, comme il arrive de la sensation de saveur dans

Digitized by Google

des expériences semblables sur la langue (exp.); mais pendant un deux minutes, au point, de devenir presqu'insupportable, et même de produire une legere inflammation locale. Si cela n'arrive pas, au moins la douleur continüe long-tems après l'expérience. On pourroit soupçonner que tout cela fût l'effet du simple contact de la pression et frottement du métal contre les parties délicates de l'oeil; mais on sera bientôt détrompé, lorsqu'on fera l'épreuve de tenir appliquée également à l'oeil, à la glande lacrimelle la même lame métallique, et de tenir aussi si l'on veut l'autre lame en main ou dans la bouche; seulement qu'on ne les porte à communiquer l'une à l'autre ni immediatement, ni au moyen d'un troisieme métal; puisque on ne sentira alors veritablement que l'effet de la pression mechanique, et rien de cette douleur cuisante, excitée dans l'expérience ci-devant: rien encore, si on employe deux lames métalliques de la même espece, argent et argent, zinc et zinc, étain et étain de quelque maniere qu'elles soient appliquées aux parties de l'oeil et de la bouche, et qu'elles communiquent entr'elles: et très-peu de chose enfin si au lieu d'employer argent ou or d'un coté, et zinc ou papier étamé de l'autre, qui agissent le plus mis en opposition, on employe argent ou or d'un coté, et cuivre et fer de l'autre, ou bien fer et zinc, cuivre et feuille d'étain, ec.

§. Ces combinaisons de métaux moins efficaces ne laissent pas d'exciter les sensations de lumiere dans le fond de l'oeil, et de saveur sur le bout de la langue, quoique beaucoup plus foibles que les autres combinaisons mieux assorties, surtout celle de zinc, et argent ou or; si donc elles n'ont presque point d'effet sensible sur les parties externes de l'oeil, il faut dire, que le sens du tact dans ces mêmes parties n'est pas à beaucoup près si excitable, au moins par l'action du fluide électrique, que les sens de la vüe, et du goût; outre qu'il ne l'est pas si promptement en comparaison même du goût dernier (§.), qui est lui-même beaucoup plus lent, et tardif que le sens de la vüe (§.).

§. On a vu comment j'imite assez parfaitement avec l'électricité artificielle commune ( ) la plus part des effets produits par la seule vertu des attouchements des métaux de différentes especes qui sûrement n'agissent comme toutes les circonstances et les condition requises le prouvent, que par une électricité aussi artificielle, jusqu'ici inconnüe, par une impulsion donnée au fluide électrique, ou par une action quelconque qui le determine à couler d'un de ces métaux p. e. du zinc dans le conducteur humide contigu, à parcourir toute la longueur du même, ou d'une serie de semblables conducteurs communiquant entr'eux, jusqu'au dernier de la chaine, à passer de ce dernier dans l'autre métal p. e. l'argent, et à rentrer enfin de cet argent mis en contact du zinc dans celui-ci; en faisant ainsi le tour entier. On a vu, dis-je, comment j'imite assez parfaitement avec l'électricité artificielle de long-tems connüe, la pluspart des effets produits par l'autre dernierement découverte qui s'excite par des moyens tout-à-fait nouveaux; et qu'on pourroit appeller *électri-*

Digitized by Google

cité originaire des métaux; ces effets, sont les convulsions dans les muscles volontaires, et les sensations de lumiere dans l'organe de la vüe (§.). On s'imaginera donc bien que j'ai taché aussi d'imiter avec la même électricité artificielle de la machine de l'Electrophore, des bouteilles ec. les autres effets c. à. d. la sensation de saveur sur la langue, et l'irritation douloureuse ou picotement (Ital. *pizzicore*, *bruciore*) dans l'oeil.

§. D'abord je n'ai point réussi avec les decharges électriques instantanées soit des conducteurs isolés, soit des bouteilles de Leyde, en aucune des manieres decrites ci dessus ( ); et je ne devois pas m'attendre à réussir d'après l'observation, que le sens du goût et plus encore celui du tact ne sont pas assez affectés sensiblement par un courant électrique (je parle d'un courant abondant si l'on veut, mais qui à très-peu de force, ou tension, tel que celui qui ne se manifeste à aucun électrometre, excepté l'Electrometre animal) qui ne dure qu'un peu de tems, au moins l'espace de quelques secondes (§.).

§. J'ai donc eu recours à l'electricité soutenüe du Conducteur de la Machine mise en jeu. En présentant l'oeil vis-à-vis de l'extremité pointüe de ce Conducteur, à une distance convenable pour qu'il n'eclate point de vive étincelle (qui feroit une trop forte impression et différente de celle qu'on veut distinguer), et pour que le même oeil, qu'on doit tenir bien ouvert, soit frappé simplement de ce qu'on appelle l'aigrette électrique ou cone lumineux et invisible en plein jour, accompagné de petillement, et d'un souffle, ou vent frais, en présentant, dis-je, l'oeil assez près pour recevoir l'impression au moins de ce petit vent électrique, de la maniere qu'il est pratiqué dans l'administration de l'électricité pour certaines maladies de cet organe; et en soutenant pour quelque tems cette impression il est assez connu, que l'oeil sent une douleur, un picottement, d'abord leger, mais qui augmente toujours, durable assez long-tems après l'expérience et jusqu'à faire naitre une petite inflammation, Eh bien: cette sensation qui peut aller [17] avec toutes ses modifications, est on ne peut plus, semblable à celle qu'on éprouve dans les autres expériences, où l'on fait jouer ( ) sans machine, l'électricité originaire de métaux.

§. Egalement si on reçoit le vent ou aigrette électrique lumée par le Conducteur de la machine, sur le bout de la langue et que la machine continue de fournir abondamment, on sent la même saveur acide, augmentant par degrés ec. comme celle qu'on excite avec l'artifice des métaux (§.); seulement le gout n'est pas si fort dans ces expériences que celui que fait sentir dans les autres la feuille d'étain, et sur-tout le zinc, appliqués au bout de la langue, et touchés par l'argent ou l'or; il arrive tout au plus au degré qu'excite le fer ou le plomb, opposé à l'argent ou le zinc opposé au plomb. Au reste

[17] *Lettura incerta del Mns.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

qu'importe la force, si la qualité de la sensation est la même; si c'est specifiquement la même saveur?

§. Avec tout cela je n'étois pas encore satisfait. Le parallele entre les expériences de l'électricité artificielle commune, et de l'électricité originaire ou spontanée des métaux, et les effets produits par l'une et par l'autre sur les organes des sensations n'est pas exacte, si on ne reduit pas celle-là à agir comme en tout point, celle-ci, sans aigrette, sans souffle sans aucun autre des signes électriques communs, en un mot avec une force ou tension au dessous de la sensibilité des plus delicats électrometres sauf les électrometres animaux incapable de vaincre le plus petit intervalle, de conducteur à conducteur ec. Pour ce qui est des mouvements musculaires, et même de la sensation de lumiere, j'ai montré comment on les obtient avec facilité, par une électricité artificielle, par une charge de Leyde, justement foible à ce point (exp.). Mais pour les autres sensations de la saveur, dans la langue, et d'irritation et picottement dans les parties delicates de l'oeil, je l'ai déjà dit, une semblable decharge instantanée, ne suffit pas; pour ces sens paresseux il faut un torrent continuel de fluide électrique; si cela a lieu, les sensations dont il s'agit, peuvent naitre et augmenter graduellement, quand même ce torrent ne decharge qu'avec une très-petite force, inferieure au plus petit dégré électrometrique, pourvu que la quantité de fluide dechargée ou qui passe à chaque instant par les nerfs ne soit pas extremement petite (car il ne faut pas que de tout soit infiniment petit), qu'elle ne soit pas moindre de celle que fait passer à l'instant de sa decharge une bouteille de Leyde, ou une Batterie, chargée à $^1/_{10}$ ou $^1/_{20}$ de degré de l'Electrometre de BENNET (Exp.).

Pour remplir ces conditions je me suis pris de cette autre maniere.

Exp. J'appliquois le bout de la langue, ou l'oeil, selon que je voulois exciter la sensation de saveur, ou la douleur au conducteur de la machine électrique, que je faisois jouer vigoureusement...

Digitized by Google

XIII.

LETTERA AL CAV.RE BANKS

PRESIDENTE DELLA SOCIETÀ REALE DI LONDRA

Pavia 30 *Marzo* 1795.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
	Cart. Volt.: **E 27.**

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da E 27.

DATA: » »

E 27 è una minuta quasi completa della lettera.

Digitized by Google

Digitized by Google

LETTERA AL CAV.RE BANKS

PRESIDENTE DELLA SOCIETÀ REALE DI LONDRA

Pavia 30 Marzo 95.

Monsieur,

J'ai reçu, il y a deux mois, la lettre, que vous m'avez fait l'honneur de m'écrire; et je ne suis pas encore revenu de l'agréable surprise qu'elle m'a causé. Vous m'aviez déja prevenu, Monsieur, de l'accueil favorable qu'avoient obtenu de la part de la Societé Royale mes Memoirs sur l'action des conducteurs électriques dans les mouvements musculaires, et dans certaines sensations dependamment.... [1] nerfs, et j'en avois été certifié par d'autres témoignages publics; mais je ne m'attendois pas à une recompense si éclatante, et la plus flatteuse pour moi, telle que la médaille qu'on vient de m'adjuger; et je pouvois d'autant moins l'esperer, même après l'espérance que vous m'en aviez fait conçevoir l'année passée, que je n'ai pas encore rempli ma tâche de rendre compte comme j'avois promis de la suite de mes recherches, et de developper nombre d'autres faits interessants, auxquels j'ai été conduit.

Je suis à la vérité un peu honteux de ce retard, qui m'a d'ailleurs été de quelque préjudice, ou que dans cet intervalle plusieurs découvertes que j'avois faites depuis plus de deux ans (et que je puis reclamer avec justice ayant montré toutes les expériences relatives à plusieurs personnes tant étrangeres, que nationales) ont été publiées par d'autres, qui ont eu raison pourtant de s'en faire honneur, si conduit par leurs propres recherches à ces nouveaux faits, ils ignoroient, que j'y etois parvenu avant eux, et que j'en montrois dépuis long-tems, les expériences à tout le monde. Je n'ai donc garde d'accuser aucun de ceux qui ont publié ces faits de plagiat; et je me reserve seulement le droit de revendiquer celles de ces decouvertes dans les quelles je les ai in-

---

[1] *Manca la preposizione pronominale.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

explication dans la quelle en les regardant non comme simples conducteurs, mais comme *moteurs* d'électricité doués chacun de differente force, selon l'espece de métal et d'autres differences accidentelles, en considerant, lorsque ces métaux se trouvent appliqués à ceux d'une autre classe de les conducteurs humides et on complette avec eux le cercle, en considerant un tel contact comme la *cause active* du courant électrique qui fait le tour, et continue tant que le cercle n'est point interrompu, de sorte que les nerfs et les muscles de l'animal qui font partie de ce cercle ne sont que *passifs*, excités simplement par une électricité extrinseque, en un mot des *électrometres* d'une nouvelle espece, et très-sensibles: cette explication, qui détruit de fond en comble tout ce qu'on avoit avancé et que j'avois cru moi même d'une électricité proprement *animale* c. à. d. inhérente aux organes, d'une charge électrique, ou de l'equilibre naturellement rompu entre nerfs et muscles ou entre l'interieur et l'exterieur de ceux-ci ec. cette explication dis-je, adopté generalement par les Physiciens, qui ont suivi mes traces dans ces champs d'expériences ne pouvoit gueres que rencontrer de fortes oppositions de la part des disciples et des adhérents de Mr. GALVANI jaloux de conserver tout le plus grand eclat à la découverte du celebre Professeur de Boulogne; aussi a-t-on fait tous les efforts possibles pour retablir l'électricité animale, efforts tout à fait inutiles à l'égard de celle ci j'ai demontrée par mille expériences directes, dans le sens qu'ils pretendent. Leurs plus forts arguments sont les convulsions excitées dans des grenouilles préparées à la maniere de GALVANI, par l'application de deux pieces du même métal, et même des deux bouts d'un seul et simple métal. J'ai déja répondu à ces objections il y a plus d'un an dans un Journal qui s'imprime ici à Pavie; 1° qu'on n'obtient ces convulsions que moyennant la preparation complette de la grenouille, et tant qu'elle conserve une sensibilité prodigieusement grande; que au surplus ces contractions musculaires manquent très-souvent même dans ces circonstances, et que lors qu'on les obtients, elles ne sont pas comparables en force à celles qu'on excite avec deux métaux differents. 2° Que si les deux pieces de métal, ou les deux bouts du même métal, ne different pas substantiellement, il suffit qu'il s'y rencontre des differences accidentelles, rapport à la trempe, à la densité, à la surface plus ou moins polie, plus ou moins luisante, ou terne, à la temperature ec. pour leur faire deployer une action ou force differente sur le fluide électrique là où ces métaux s'appliquent aux conducteurs humides, et en determine le courant. En effet j'ai prouvé qu'en changeant la trempe, le poli, la temperature à une des deux pieces, ou à un des deux bouts, du même métal, on réussit à exciter les convulsions, qu'on ne pouvoit obtenir lorsqu'il y avoit à tous ces égards une parfaite égalité. 3° En choisissant deux pieces d'un métal moins sujet à alteration, et de la même trempe, comme or, ou argent pur, en coupant deux morceaux au même fil d'or, et en les enfonçant

Digitized by Google

comme deux aiguilles une dans la moelle epiniere, l'autre dans la jambe d'une grenouille tout recemment préparée, je n'ai jamais vu de convulsions excitées, lorsque je faisois communiquer immediatement entr'elles ces deux aiguilles· tandis que je les obtenois avec deux autres pieces d'or, ou d'argent prises au azard, e. g. avec deux monnoyes ec.. Que doit-on dire donc, sinon qu'il y avoi ici quelque difference accidentelle entre or et or, argent et argent; puisque lors qu'il il n'y en a pas l'effet n'a lieu non plus?

Mais voila une objection bien plus forte: on réussit dans les premiers moments et dans certains cas à exciter les convulsions dans la grénouille préparée sans l'intervention d'aucun métal, en portant immediatement une de ces jambes en contact de l'épine, ou des nerfs cruraux nuds, et quelques fois aussi en faisant la communication moyennant une masse d'eau, une, ou deux personnes. Ce n'est donc pas, dit-on, une électricité extrinseque mue par les conducteurs métalliques qui manquent ici; mais une électricité residente dans les organes, une décharge du fluide électrique de la partie de ces organes, des nerfs e. g. où il se trouve naturellement accumulé à la partie qui en manque respectivement, e. g. les muscles, ou de l'interieur à l'exterieur de ces mêmes muscles, pour la voye des nerfs, comme l'avoit pensé GALVANI.

Ces expériences portées fort loin il y a quelques mois par Mr. EUSEBE VALLE, avec lesquelles les partisans de la theorie de GALVANI croyent triompher, en ont imposé à plusieurs de ceux qui avoient adopté la mienne, qui leur paroit incompatible avec ces nouveaux faits. Cependant il est très-facile de les con-

..... [5] .....

Comme je soutiens, que la rupture d'equilibre, l'incitation au fluide électrique à parcourir en forme de torrent continu tout le cercle conducteur, vient de contact mutuel de conducteurs dissemblables dans ce cercle, conducteurs, qui sont en même tems *moteurs* c. à. d. le deviennent là où se fait un tel contact étherogene (à peu près comme il arrive par le frottement), et que j'ai par tant d'experiences differents montré; que cela a lieu d'une maniere si marquée pour les conducteurs métalliques vis-à-vis des conducteurs d'une autre classe des conducteurs que j'appelle humides parcequ'il doivent leur conducibilité à l'eau, ou a quelqu'autre humeur qu'ils contiennent; je n'ai qu'à ajouter que d'autres contacts de conducteurs éthérogenes pris dans cette derniere seule classe peuvent aussi agir sur le fluide électrique, rompre son repos, et le mettre en courant, avec une force d'autant moindre, qu'ils sont des conducteurs incomparablement moins parfaits que les métaux. Il faut donc étendre analogiquement aux conducteurs humides tout ce que j'ai dit des conducteurs secs, ou métalliques (parmi lesquels je range le charbon vegetal ou animal)

[5] *Interrotto il Manoscritto.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

c. à. d. que ce qui arrive à la rencontre d'un conducteur de cette classe avec un de l'autre, arrive aussi à proportion entre deux de la même classe, mais differents. Ainsi au lieu de dire, que tout le jeu depend de la difference des conducteurs métalliques, on dira des conducteurs *sur-tout* métalliques; les autres ne devant pas être exclus de la faculté de pouvoir être aussi *moteurs*.

J'avois depuis long-tems conçu l'idée que tous les conducteurs possedoient dans quelque dégré cette faculté active; et j'avois expliquée à quelqu'un de mes correspondents dès l'été de 1792, specialement dans deux longues lettres à Mr. VAN MARUM celebre Physicien Hollandois. Maintenant les expériences ont confirmé cette conjecture: elles font voir que le fluide électrique est mu par le simple contact de deux conducteurs humides différents, et surtout de deux liqueurs différentes. Je rapporterai nombre de ces expériences dans la suite de mes Memoirs: il sera suffisant de dire ici, que lorsque on n'obtient plus les convulsions en repliant simplement la jambe de la grenouille préparée sur le dos jusqu'au contact de l'épine, on pourra quelque fois les obtenir encore en mouillant prealablement l'une ou l'autre de ces parties, à la maniere de VALLE, de salive, d'eau salée, d'esprit de vin, et d'autres liqueurs, comme Mr. VALLE même a prouvé. Encore cette autre expérience et je finis. Ayant placé les jambes de la grenouille préparée dans l'eau pure contenue dans un verre et son dos dans celle d'une autre verre; il est extremement rare qu'on puisse exciter une fois ou deux des convulsions foibles en plongeant deux doigts dans les deux verres pour completer le cercle, et si rare, que la plupart avec les grenouilles plus fraiches, plus fortes, et le mieux préparées je n'y réussis pas, même dans les premiers instants; je n'y réussi pas beaucoup mieux en y plongeant les deux bouts d'un fil, d'or ou d'argent parfaitement homogene; mais si je repete l'expérience ayant mouillé le bout de mon doigt, ou le bout de l'arc métallique d'une autre liqueur, d'eau salée, d'esprit de vin, d'encre, de vinaigre, d'acide vitriolique, ou de quelque humeur animale, comme lait, sang, salive, urine, j'excite lorsque je viens à faire la communication les mouvements des muscles; l'expérience est beaucoup plus sure en employant l'arc métallique; mais elle est plus decisive avec celui des deux doigts: et tout à la fin prouve que l'effet est du au contact des deux liqueurs etherogenes. Après cela qui ne voit l'explication claire du phénomene dont on a fait tant de bruit, c. à. d. des foibles convulsions excitées dans la grenouille ponctuellement préparée par le simple contact d'une de ses jambes aux nerfs cruraux nus, ou aux muscles de l'épine? Quand même on n'a point mis de salive cc. à l'un des endroits, l'attouchement mutuel se fait toujours entre des conducteurs differents, au moins quant à la surface, qui est unie sur le genou, et sur les muscles couverts d'une membrane lisse, et au contraire inegale et presentant une chaire dechirée ou ensanglantée sur l'épine; c'est, dis-je, cette difference dans les surfaces conductrices qui se touchent en effet, parmi

Digitized by Google

le peu de fois que l'expérience de Mr. VALLE réussit on peut observer, que c'est ordinairement lorsque on fait attoucher la chaire du dos ou on porte à l'attouchement des nerfs près de leur sortie de l'épine, non par une partie quelconque de la jambe, mais par le muscle gastrocnemius, et mieux encore par cette partie blanche et tendineuse de l'articulation du pied.

Concluons, que nulle expérience ne prouve encore une decharge électrique provenante des organes de l'animal comme les partisans de GALVANI le pretendent, tant / vu que tout s'explique par l'action propre des conducteurs dissemblables portés au contact, action que j'ai directement prouvée, et determinée en quelque maniere par tant d'autres expériences sur-tout avec les métaux,... .....[6]

[6] *Qui s'interrompe il Manoscritto.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

Digitized by Google

XIV.

NUOVA MEMORIA
SULL'ELETTRICITÀ ANIMALE

DEL SIG. DON ALESSANDRO VOLTA

Membro di molte Accademie
P. Professore di Fisica particolare e sperimentale
nella R. I. Università di Pavia

IN ALCUNE LETTERE

AL SIG. AB. ANTON MARIA VASSALLI

Socio pure di varie Accademie
E Professore straordinario di Fisica
nella R. Università di Torino.

Digitized by Google

Digitized by Google

XIV (A).

LETTERA PRIMA.

10 *Febbraio* 1794.

FONTI.

STAMPATE.

Br. Ann. T. V. (1794), pg. 132.
Br. Giorn. T. II (anno VII, quaderno di Giugno 1794), pg. 248.
Ant. Coll. T. II. P. I. pg. 197.
N. Cim. T. XV. 1862. pg. 184 (*).

MANOSCRITTE.

Cart. Volt.: C 8; J 22; K 29.

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da Br. Ann.

DATA: da Br. Ann. e da Cart. Volt. J 22 si ricava che questa lettera fu scritta negli ultimi di dicembre del 1793 e spedita nel febbraio 1794.

J 22, K 29 Minute successive con brani ripetuti.

K 29 in più ha una introduzione per il discorso tenuto sull'argomento il 29 marzo 1794 alla Università di Pavia.

(*) L'ultima parte di questa lettera e la prima parte della seconda (N. 14 (B)) seguono molto da vicino la lettera, con introduzione epistolare, in data 21 marzo 1794, pubblicata in N. Cim., come indirizzata dal V. a Vassalli-Eandi.

Nella introduzione il V. accenna alla sua nomina a Membro della R. Accademia delle Scienze, la quale risulta da Cart. Volt. C. 8 come avvenuta il 5 marzo 1794.

Digitized by Google

Digitized by Google

LETTERA PRIMA. (a)

Che pensa Ella della pretesa Elettricità Animale? Per me sono convinto da un pezzo, che tutta l'azione procede originariamente dai metalli combacianti un corpo umido qualunque, o l'acqua stessa; in virtù del quale combaciamento viene spinto avanti il fluido elettrico in esso corpo umido od acqueo dai metalli medesimi, da quale più, da quale meno (più di tutti dal zinco, meno quasi di tutti dall'argento); onde indotta una comunicazione non interrotta di acconci conduttori è tratto esso fluido in un continuo giro. Se di questo circolo conduttore pertanto, ed in qualunque sua parte, facciano anello di comunicazione i nervi crurali della rana tagliata in guisa, che per questi soli debba passare ristretta tutta o quasi tutta la corrente elettrica, o qualsisia altro nervo inserviente al moto di qualche arto, e di qualsisia altro animale, nel tempo e fino a tantochè mantengono tali nervi un resto di vitalità; ecco che i muscoli e i membri obbedienti a tali nervi si convellono, tostochè compiendosi il circolo dei conduttori si dà luogo a tal corrente elettrica, e tutte le volte che interrotto a bella posta si compie di nuovo esso circolo. Se in vece dei nervi inservienti al moto trovansi nel circolo quelli dell'apice o bordi della lingua inservienti al gusto, oppur quelli inservienti alla visione, si eccita la sensazione corrispondente di sapore, o di luce; e queste sensazioni, e questi moti tanto più vigorosi, quanto i due metalli impiegati son più distanti fra di loro nell'ordine che vengono qui appresso nominati: zinco, foglio stagnato, stagno comune in lastra, piombo, ferro, ottone e bronzi di varia qualità, rame, platina, oro, argento, mercurio, piombaggine: ai quali debbono aggiungersi per ultimo alcuni carboni di legna, quelli cioè che riescono deferenti quasi al pari dei metalli; giacchè gli altri o non servono, o male.

(a) Scritta fino dagli ultimi di Dicembre, e mandata solamente verso la metà di Febbrajo p. p.

In Cart. Voll. J 22 *leggesi:* « Estratto di lettera al Prof. Vassalli scritta l'ultimo di Xbre 1793 e mandata li 10 Febb.° 1794 ». [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

Queste sperienze, tra le molte maniere che io ho trovato di poterle fare e variare, riescono in particolar modo sorprendenti ed espressive nella seguente. Siano quattro o più persone isolate, od anche co' piedi sul pavimento, se questo non è umido molto; e comunichino, ossian faccian catena fra di loro, uno toccando col dito la punta della lingua al vicino, un altro toccando similmente il nudo bulbo dell'occhio all'altro suo vicino, ed altri due tenendo colle dita bagnate, pe' piedi l'uno, l'altro pel dorso, una rana preparata di fresco, cioè scorticata e sventrata; finalmente il primo della fila impugnata colla mano pure bagnata una lastra di zinco, e l'ultimo una d'argento, le portino al mutuo contatto: nascerà all'istante sull'apice della lingua toccato da chi tiene nell'altra mano il zinco, un sapor acido; nell'occhio toccato dal dito di un altro un lampo di luce; e le gambe della rana tenuta tra le due mani si convelleranno violentemente.

Ecco dunque il fluido elettrico, che scorre ed attraversa tutta quella catena di persone: le quali se si domanda perchè non si risentano di alcuna scossa nelle braccia ec., è facile rispondere, che la corrente non è abbastanza grande e impetuosa per ciò; ma che lo è bene per eccitare que' nervi che sono sensibilissimi, e pel sentiero de' quali passa il detto fluido raccolto e ristretto, cioè i nervi del gusto, che si presentano quasi a nudo sulla punta e bordi della lingua, quei della visione esistenti in fondo all'occhio, e i crurali della rana sventrata, i quali tutti trovansi sul passaggio della corrente elettrica nella sperienza di cui parliamo.

Or cosa mai vi è qui, che indichi *Elettricità animale*, vale a dire propria e originaria degli organi? E non è anzi più probabile, che sian essi meramente passivi, semplici Elettrometri molto sensibili, e attivi in vece i metalli; cioè che dal contatto di questi venga originariamente dato l'impulso al fluido elettrico; che in somma siano tai metalli non semplici conduttori o deferenti, ma veri motori d'elettricità? Che dico più probabile? Egli è pure evidente, che tutto qui dipende dai metalli; e sì dalla loro diversa qualità, necessario essendo per la riuscita delle sperienze, di cui si tratta, che siano due metalli dissimili: condizione soprattutto e assolutamente indispensabile. Anzichè dunque chiamarsi *Elettricità animale*, potrebbe dirsi a più buon diritto *Elettricità metallica*.

Nè mi si opponga, che qualche volta si ottengono i moti della rana preparata alla maniera di GALVANI, anche impiegando metalli dell'istessa qualità da una parte e dall'altra, cioè argento e argento, mercurio e mercurio stagno e stagno, ferro e ferro. Sì, s'ottengono (non sempre però) ne' primi momenti, quando l'animaletto preparato nella miglior maniera è ancora tanto eccitabile, che per un nulla si risente. Ma come assicurarsi, che siano perfettamente e in tutto eguali i metalli che s'adoprano? Lo siano pure di nome e nella sostanza: ma le qualità accidentali di durezza, di tempera, di levigamento

Digitized by Google

e lucidezza nella superficie, di calore ec. possono farli differire abbastanza in ordine all'azione elettrica, al potere cioè di spingere il fluido elettrico nel corpo umido che combaciano, od attrarlo, non altrimenti che simili differenze ed altre circostanze fanno (come è noto già dalle sperienze di CANTON, BERGMANN, CIGNA, BECCARIA ec.), che gli stessi metalli, ed altri corpi, trovinsi più o men atti a *dare* o *ricevere* del fuoco elettrico, eccitati collo stropicciamento. È pur provato, che di due idrolettrici dell'istessa materia e qualità, che si fregano un contro l'altro, il più scabro, o il più caldo, o quello che soffre maggiore strofinamento *dà*, l'altro *riceve*. Così anche un conduttore perfetto od imperfetto, un metallo, una pietra, un legno ec. scabri da un lato, levigati e forbiti dall'altro, danno o ricevono da un nastro di seta, dalla carta bianca, dall'avorio, da un altro legno ec., secondo che si fanno a stropicciar questi colla superficie scabra o colla liscia, più o men caldi gli uni o gli altri, per il lungo o per il traverso ec. Or dunque penso io, che anche lo smovimento del fluido elettrico, che accade per sola copula o sia combaciamento de' metalli co' corpi umidi o coll'acqua, senza bisogno di confricazione sensibile (come provano le nuove sperienze), possa venire similmente determinato, e più o meno promosso, talchè dirigasi la corrente or in un senso, or nell'altro opposto, per differenze anche picciole nella durezza e tempera, nel grado di calore, nel levigamento e lucentezza, che incontrinsi tra uno ed altro pezzo di argento, di ottone, di ferro, di piombo, creduti simili, ed anche tra un capo e l'altro dell'istessa verga e lamina metallica.

Non contento però delle sole congetture, tuttochè fondate sopra buoni argomenti di analogia, ho voluto vedere coll'esperienza se, e quanto le anzidette qualità accidentali influivano all'azione de' metalli sul fluido elettrico, della quale si tratta. Fatto dunque un arco di un grosso filo di ferro crudo ed elastico, provava se intingendo i suoi due capi ne' due bicchieri d'acqua, in cui pescava una rana puntualmente e di fresco preparata, cioè colle gambe posteriori in uno, col dorso o colla spina vertebrale (se questa sola era rimasta) nell'altro, mi riuscisse di farla convellere e saltare; e sulle prime per loppiù mi riusciva infatti, cioè per due, tre, quattro volte; a capo però di qualche minuto non più: e debbo dire anche, che procuratimi diversi archi di ferro, ne incontrai più d'uno, che non facea niente neppur da principio. Lo stesso mi avvenne con alcuni archi d'argento, e con alcuni d'ottone, che trovai inefficaci ad ogni prova. V'è dunque tutta la ragione di credere, che questi inetti riuscissero, giusto per essere in ambe l'estremità perfettamente eguali di tempera, e in tutto; e perciò equipollenti: il che non era degli altri; siccome cosa che difficilmente e rare volte accader dee, che incontrisi cioè un'eguaglianza veramente e di tutto punto compita. Or dunque trovato, con saggiarne molti, uno di tali archi di ferro, che non facesse nulla neppur da principio, ed altre volte aspettato che fosse indebolita la rana, e resa non più eccitabile da uno di quegli

Digitized by Google

altri valevoli sulle prime a commoverla (il che succede ben presto), tuffava nell'acqua bollente un capo di tal arco per qualche mezzo minuto, indi trattolo fuori, e senza dargli tempo di raffreddarsi, ritornava all'esperienza sopra i due bicchieri d'acqua fresca: ed ecco che la rana a bagno si convelleva; e ciò anche due, tre, quattro volte, ripetendo la prova; finchè raffreddata per tali immersioni più o men durevoli e ripetute, o per una più lunga esposizione all'aria, l'estremità del ferro intinta già nell'acqua calda, ritornava codesto arco inetto del tutto ad eccitare le convulsioni dell'animale. Che se io passava ad arroventare un capo dell'istesso ferro, e a raddolcirne così la tempera, l'altra estremità rimanendo cruda, acquistava il medesimo la proprietà di eccitare le commozioni nella rana sottoposta alla prova, anche dopo raffreddato, e per assai lungo tempo, fino cioè che l'animaletto non fosse molto indebolito.

Dalle quali sperienze viene dimostrato, che se il calore come tale fa già qualche cosa; la qualità della tempera fa molto più, ed abilita l'istesso metallo, cioè le due parti del medesimo diversamente temprate, ad agire nel contatto dell'acqua o de' corpi bagnati sopra il fluido elettrico diversamente, ossia con inegual forza; come se fossero due diversi metalli.

Ho ripetute le stesse sperienze sopra lamine d'ottone, d'argento, e di stagno; e coll'istesso evento. Se non che i gradi di tempera essendo più marcati, ed avendo maggior estensione nel ferro, che in questi altri metalli, le differenze nell'azione elettrica da ciò dipendenti riescono in quello anche più notabili e insigni: talchè si può avere maggior effetto contrapponendo nelle sperienze di cui si tratta ferro a ferro di diversa tempera, di quello si ottenga con due metalli di qualità diversa, poco distanti però in ordine al lor potere elettrico, come sarebbe oro ed argento, rame e ottone, ottone e ferro, piombo e stagno in lastra. Che più? Mi sono incontrato in qualche lamina di ferro, i di cui estremi tal differenza di azione presentano, dipendente non so se dalla sola tempera o da altro, che maggiore non manifestasi tra' metalli distanti di più gradi, come piombo ed argento; tantochè giungono al par di questi, non che ad eccitare vivissime contrazioni e spasmi ne' muscoli della rana, anche intera e intatta, o al più scorticata; ma fino a produrre, applicati come conviene alla lingua, il sapor acido abbastanza sensibile.

Riguardo al polimento e lucido metallico ho trovato, che quando due pezzi dell'istessa lamina di piombo, applicati uno al dorso, l'altro alle gambe della rana preparata nella miglior maniera (che è quella di non lasciare per comunicazione del tronco con esse gambe altro che i nudi nervi crurali), non valgono ad eccitare alcun moto o contrazione de' muscoli, basta raschiare uno di tai pezzi di piombo col temperino in guisa, che lucido appaja come specchio, ed applicarlo di nuovo con tal superficie forbita e splendente al luogo di prima, per produrre l'effetto: la quale virtù così acquistata torna a perdersi in più o men breve tempo, collo smarrire che fa il metallo in contatto dell'aria tal

Digitized by Google

lucido brillante. Che se ambedue i pezzi di piombo si rendano egualmente lucenti e forbiti, non riesce più l'esperienza, o non così bene, come allorchè lo è reso un solo [1].

Del resto quando ho posta tutta la cura, acciò le due armature metalliche applicate o ai membri della rana immediatamente, o all'acqua, o corpi bagnati, tra cui trovasi la medesima collocata, fossero al più possibile simili; quando ho impiegato da una parte e dall'altra lastrette o fili d'oro e d'argento della medesima pasta; non ho mai o quasi mai veduto eccitarsi le convulsioni nella rana all'atto di far comunicare tra loro, sia con immediato contatto, sia mediante un altro arco metallico, tali armature simili, per vivace che fosse l'animaletto, e preparato di fresco nella miglior maniera. Dico *quasi mai* per cautela, e perchè talvolta ebbesi pure alcun debole effetto: quale però ho tutta la ragione di attribuire alla non perfettissima eguaglianza di dette armature; all'essersi pur trovate in qualche cosa dissimili.

Dopo tutto questo se GALVANI, od altri vorranno ancora sostenere, che ne' casi almeno, in cui servono ad eccitare le contrazioni e moti gagliardi o deboli nella rana preparata alla sua maniera due metalli simili, o i due capi dell'istesso pezzo di metallo, la spinta al fluido elettrico non possa venir data se non dagli organi dell'animale; e che però sussiste nel senso da lui voluto la vera *Elettricità animale*: io risponderò negando che siano perfettamente e in tutto eguali tai metalli, allorchè si ottengono codesti effetti: dirò che differiscono o pel calore, o per la tempera, o per il polimento e lucentezza: le quali circostanze ho provato avere non poca influenza, e indurre non minor differenza in ordine alla virtù di smuovere il fluido elettrico nell'acqua o corpi umidi combaciati, di quel che faccia la diversa qualità di alcuni metalli. Sta a GALVANI a provare che niuna minima differenza si trovi rispetto a tali modificazioni, e ad altre non conosciute, che per avventura influir possono, niuna differenza, dico, percettibile od impercettibile tra il capo metallico che s'intinge in un bicchiere e quello intinto nell'altro, ossia che si applicano quinci alle gambe posteriori della rana preparata, e quindi alla parte superiore de' nervi, o al tronco: sta a lui a provare (cosa ben difficile, per non dire impossibile) cotale perfetta somiglianza, e identità dei due capi dell'arco metallico, quando pur succede che valga, senza il concorso di altro metallo diverso, ad eccitare le convulsioni; mentre io ho provato già, che una diversità qualsiasi de' metalli, o sostanziale od accidentale è valevole a dare mossa al fluido elettrico, a metterlo in corso con tale forza da produrre quegli effetti, che i metalli simili al più possibile non son atti ad eccitare. Or se questo principio, se tale,

---

[1] *A questo punto comincia, salvo l'introduzione, la lettera pubblicata sul « N. Cim. », T. XV, 1862, pag. 184, e continua nella seconda lettera fino al punto indicato del successivo Numero XIV (B).* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

voglio dire, attività metallica scoperta e dimostrata evidentemente basta, a che ricorrere ad un altro principio meramente supposto, di un naturale sbilancio cioè di fluido elettrico negli organi animali? Saria questo un moltiplicare inutilmente le cause per effetti della stessa natura. Stiamo a quello, che è direttamente e indubitatamente provato: e non lasciamoci trasportare a congetture e ipotesi in apparenza belle e seducenti; ma che vane per lo più sogliono riuscire e inutili, quando trascendono l'espressione delle più semplici e chiare sperienze.

Digitized by Google

XIV (B).

LETTERA SECONDA

DEL SIGNOR

DON ALESSANDRO VOLTA

AL SIGNOR ABATE

DON ANTON MARIA VASSALLI

SULL'ELETTRICITÀ ANIMALE.

1794.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
Br. Ann. T. VI. (1794), pg. 142. Br. Giorn. T. III (anno VII, quaderno di agosto 1794), pg. 97. Ant. Coll. T. II. P. I. pg. 207. N. Cim. T. XV. 1862. pg. 185 (*).	Cart. Volt.: J 21 β; J 22; J 23; J 25; **J 26; J 29;** J 34; K 29.

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da Br. Ann.

DATA: » » »

J 22. Breve brano.

J 23. Altro breve brano con introduzione epistolare diversa dal testo stampato.

J 25, J 29. Brani in argomento, ma che non hanno precisamente riscontro nella Lettera.

J 26. Vari ed ampi brani.

K. 29. Vedi annotazioni nelle osservazioni alla Lettera prima.

J 21 b, J 34 si seguono e costituiscono un brano analogo alla Nota (c) che comincia: « *Oltre l'operetta anonima...* ».

(*) Vedi annotazione alla Lettera prima.

Digitized by Google

Digitized by Google

LETTERA SECONDA.

Ho terminata la precedente Lettera con dire, che conviene stare ai fatti, ed alle conseguenze immediate dei medesimi senza troppo spingersi avanti, e abbandonarsi a congetture ed ipotesi che non abbiano tutto il fondamento in quelli. Prendiamo dunque ad esaminare alcuni dei fatti ossia risultati delle nuove sperienze, e vediamo le conseguenze, che più naturalmente ci si presentano.

È un fatto sperimentale, che applicando l'apice della lingua ad una lamina di stagno, o meglio di zinco, oppure intingendola nell'acqua di un bicchiere, in cui peschi un pezzo di esso zinco, e venendo poscia a toccare questo metallo con una lastra d'argento impugnata dalla mano ben umida, o meglio stretta ad ambe mani, l'apice della lingua sente un vivo sapor acido. È fuori di dubbio, che questa sensazione viene eccitata da una corrente di fluido elettrico, il quale passa dallo stagno o zinco o immediatamente o per mezzo dell'acqua interposta alla lingua, e vi penetra e trascorre avanti: ciò dico, è fuori di dubbio, succedendo di sentire il medesimo sapor acido, se detto apice della lingua tengasi applicato al primo Conduttore della Macchina comune elettrizzato *in più*, oppure intinto nell'acqua di un vaso annessovi. Un altro fatto ben rimarcabile è che invertendo l'esperienza, sicchè l'argento in vece dello zinco baci la punta della lingua sente questa o niun sapore, o un altro assai diverso dal primo, un sapor acre, urente, e come alcalino; non altrimenti che portando la lingua contro il Conduttore a cuscini della Macchina, od altro elettrizzato *in meno*: evidente prova, che cotal sapore alcalino, quando pure si eccita coll'elettricità in un grado sensibile (il che riesce assai più difficile), proviene dal fluido elettrico, che sorte dalla punta della lingua. Dunque la lingua e qualsisia sua parte (ecco una naturale conseguenza), quanto è da sè, non tende nè a ricevere, nè a dare fluido elettrico; ma ne riceve o dà per virtù e forza propria de' metalli, secondo che è il zinco o l'argento, che le sta applicato, sia immediatamente, sia mediante un corpo d'acqua, od altro corpo bagnato (*a*): dunque

(*a*) In un'Operetta stampata nel corrente di quest'anno 1794, che ha per titolo: *Dell'Uso e dell'Attività dell'Arco Conduttore nelle Contrazioni dei Muscoli.* Modena, 8°, in cui l'anonimo Au-

Digitized by Google

la lingua è meramente *passiva*, e *attivi* in vece i metalli; son essi in codeste sperienze i veri *motori*, gl'incitatori della corrente elettrica. Quello, che dico dell'argento e dello zinco, intendesi di due altri metalli diversi, o di specie e sostanzialmente, o per una od altra accidentale modificazione: la sola circostanza da notarsi, e che fa molto al mio proposito, è che gli effetti sono tanto meno energici, quanto meno differiscono tra loro i metalli messi alla prova in ordine alla virtù di smuovere il fluido elettrico, al potere che hanno di spingere o di attrarre esso fluido posti al combaciamento de' corpi umidi: in una parola quanto meno distano uno dall'altro nella serie o scala, in cui furono da me noverati nella lettera precedente sul fine del primo §. E quello, che dico della lingua, applichisi anche ad altri muscoli e nervi inservienti al moto de'medesimi, anzi pure ai nervi soli; giacchè per eccitare le contrazioni de'muscoli volontarj (notisi *volontarj*) non è punto necessario, che il fluido elettrico venga tradotto da questi a quegli, o da quegli a questi; ma basta fare che scorra per un brevissimo tratto dal [2] nervo solo, come avverrà per es. se stringesi dolcemente con una pinzetta d'argento il tronco nervoso, dove che sia, o poco sopra o poco sotto, anche alla distanza di una sola linea, o minore, serrisi il medesimo con altra pinzetta di ferro, di stagno, o meglio di zinco, indi facciasi toccare addirittura una pinzetta all'altra, oppur congiungansi con qualsisia intermedio metallo (*b*).

---

tore [1] fa tutti gli sforzi per sostenere la vera *Elettricità Animale* attiva e propria degli organi nel senso di GALVANI, non si fa gran caso di questa diversità di sapore provocato col permutare la posizione de' metalli, anzi per poco non si ammette, e si fa passare per molto equivoca e inconcludente. Ciò, come si vede, ei fece per non essere obbligato a dedurne la conseguenza, che io ne tiro, e che si presenta da sè. Eppure ella è così marcata cotal diversità di sapore, facendosi l'esperienza a dovere, massime coll'argento e zinco applicati immediatamente, quando il primo all'apice della lingua e il secondo al suo dorso, e quando al rovescio, che nessuno, a cui ho fatto ciò provare, e sono a quest'ora ben molti, ha potuto rivocar la cosa in dubbio. È così marcato e deciso il sapor acido, e l'altro, se anche non voglia dirsi alcalino, così differente dal primo, che per quanto si cerchi di far valere l'incostanza ed equivocità delle sensazioni del gusto (miserabile rifugio, a cui si appiglia per declinar la forza del mio argomento, l'Autore della mentovata Operetta), non resta luogo ad alcun sospetto di errore o di prevenzione. Ho dunque certamente più ragione io di non curare la contraddizione di chi s'ostini a negare codesto fatto incontestabile, o a spargere dei dubbj sopra il medesimo.

Queste contraddizioni e dubbj han forse potuto nascere da che con altri metalli meno diversi fra loro in virtù di quello sieno argento e zinco, argento e foglio stagnato, p. es. con argento e ferro, il sapore che tira all'alcalino, o non si sente, o assai oscuramente. Ma ciò prova soltanto, che tal sapore è più difficile ad eccitarsi, o riesce men sensibile alla lingua che l'acido (come vien comprovato dalla difficoltà di eccitarlo eziandio coll'elettricità artificiale della macchina. Si eccita però anche quello immancabilmente, ed abbastanza forte con gli anzidetti metalli più potenti per essere più diversi.

(*b*) Ho avvertito che parlo de' muscoli de' moti volontarj, poichè non succede già lo stesso

Digitized by Google

Or puossi mai quì supporre non che niente di simile a carica di LEYDEN, ma alcun preesistente sbilancio di fluido elettrico fra parte e parte vicinissima dell'istesso nervo? Non credo vi sia chi il dica: bensì il combaciamento de' due metalli diversi (e diseguali perciò in virtù e forza) è cagione che si smova il fluido elettrico ivi, e trascorrendo quel breve tratto di nervi ad essi metalli interposto, ne lo stimoli e punga: col quale stimolo elettrico d'ogni altro più efficace e proprio all'eccitazione della virtù nervea (come tutte le sperienze concorrono a provare, e sarà altrove da me posto in chiaro), col quale stimolo, dico, messo quel nervo in attività ne nascono nel muscolo, o muscoli soggetti le contrazioni, in qual modo non sappiamo ancora: quel nervo in somma tocco in due luoghi da' metalli diversi viene punto e stuzzicato, non altrimenti che coi medesimi vengono stuzzicati sull'apice della lingua i nervi del gusto e in fondo all'occhio quelli della visione nelle altre mie sperienze già riferite, ed eccitato anche un molesto bruciore ai confini delle palpebre.

È dunque stabilita l'azione in vero mirabile de' metalli sul fluido elettrico, ogniqualvolta vengano quelli applicati all'acqua, o ad altri fluidi differenti (tali sono tutti i liquidi, eccetto i grassi) od a corpi impregnatine; e quanto più si fa palese cotesta, ch'io vorrei nominare *Elettricità metallica*, quanto più riconoscesi attiva ed estesa, tanto più svaniscono le prevenzioni per quell'altra, che da GALVANI fu chiamata *Elettricità animale*, e come tale intesa e tenuta anche da me sul principio (con delle modificazioni però, conforme raccogliesi dalle mie prime Memorie su questo soggetto): la quale poi a mio parere cade

---

co' muscoli involontarj, qual è il cuore. Applicando qualsisia stimolo ai soli nervi, che vanno a questo muscolo, egli non ne vien punto eccitato: è necessario per eccitarlo, che lo stimolo si applichi immediatamente al cuore stesso, alla carne e sue fibre. Così dunque anche colle armature o contatti de' metalli dissimili; se od ambedue, o uno almeno di tai metalli non tocca il cuore medesimo, o non son posti in maniera che la corrente di fluido elettrico debba invaderlo e ferire la sua propria sostanza, se stanno applicati l'uno e l'altro metallo a un nervo cardiaco qualunque, cioè a due parti dello stesso nervo, come nelle sperienze quì sopra descritte, o in qualsisia altra maniera, sicchè per un tratto solamente di esso nervo, corto o lungo quanto si vuole, debba passare il torrente elettrico nel suo giro, lasciando fuori il corpo proprio del cuore, nulla succede, come con molte prove mi sono anche ultimamente accertato; nè si accelerano cioè o raddoppiano i suoi naturali battimenti, nè si rinvigoriscono, se già languide, le sue contrazioni, nè si risvegliano, se sopite. Che più? ho trovato inefficaci perfino le scintille ordinarie della Macchina elettrica e delle scariche non piccole di Leyden, qualora cioè colpivano i soli nervi del cuore, e la sua sostanza, non che alla scintilla, sottraevasi alla corrente elettrica.

Sta dunque in questo la grande essenziale differenza tra i muscoli de' moti volontarj, e quelli dei non volontarj, e correlativamente tra i nervi, che s'impiantano ne' primi e quelli che vanno ai secondi: lo stimolo elettrico agendo sui soli nervi che reggono i muscoli volontarj, limitato anche ad un picciolo tratto o a pochi punti d'uno di tali nervi, non manca di cagionare le più violente contrazioni di essi muscoli. Lo stesso stimolo portato nell'istessa maniera sopra i soli nervi del cuore, e sopra quelli degli altri muscoli involontarj non vale ad eccitarli. Su

Digitized by Google

del tutto, malgrado gli sforzi che si fanno da' suoi partigiani per sostenerla (*c*), se si riflette, che fuori dei metalli, delle miniere (molte delle quali sì ricche che povere di metallo, e le piriti stesse ho pur trovato che non la cedono ai regoli metallici) e del carbone di legna, il quale per la virtù, di cui si tratta, non meno che per quella di essere eccellente conduttore, va posto in compagnia de' metalli, niun altro conduttore è atto, applicandolo in qualità di armatura, a produrre nè il sapore elettrico sulla lingua, nè la corruscazione nell'occhio, nè il bruciore, nè movimento alcuno ne' muscoli della rana la più vivace, e meglio preparata. E perchè [4] se trovasi il fluido elettrico sbilanciato negli organi dell'animale; in guisa che sovrabbondi nelle parti superiori del corpo [5] rispetto alle inferiori, o viceversa, se trovasi accumulato ne' nervi, o nell'interno [6] de' muscoli, in cui s'impiantano i nervi rispetto all'esterno de' muscoli medesimi, come ha preteso GALVANI, o all'opposto, come certe mie sperienze parvero dimostrare; perchè, dico, se in alcuna di queste, o in altra immaginabile maniera trovasi il fluido elettrico sbilanciato nel corpo dell'animale e. g. in una rana preparata, le di cui gambe posteriori pescano in un bicchiere d'acqua, e il tronco colla spinal midolla in un altro, e se questo pretende la ragione, per cui indotta la comunicazione da un bicchiere all'altro con un arco metallico, si scuotano quelle gambe percosse dall'impeto, che fa il liquido portandosi

---

questo punto cardinale rimango fermo; e fin quì non c'è cosa, di cui io abbia a ritrattarmi: lo stesso stimolo finalmente applicato ai detti muscoli involontarj immediatamente, cioè in guisa che o tutto un muscolo, od una parte almeno sia attraversata dal fluido elettrico nel suo giro, può sibbene eccitarvi le contrazioni; difficilmente però, e non molto forti. Or quì è che debbo correggermi, se avanzai che tali muscoli involontarj nulla affatto possano eccitarsi, neppur in questo modo: dal qual errore, o piuttosto inesattezza, fui prima avvertito da alcune sperienze del Sig. FELICE FONTANA che vennero da me ripetute e trovate giuste (Articolo di Lettera del Sig. Cav. F. FONTANA all'Ab. MANGILI nel Giorn. Fis. Nov. 1792), e in seguito da altre fatte costì in Torino (V. Giorn. Fis. Gennajo 1793).

Intanto a fronte di queste sperienze sussiste sempre, torno a dire, la capitale differenza, che ho creduto di stabilire tra i muscoli volontarj e gl'involontarj e le funzioni de' rispettivi nervi: perciò che essendo i muscoli de' moti involontarj difficilmente e poco eccitabili dall'indicato stimolo elettrico (per il che richiedesi che le armature sieno di metalli molto diversi, quali sono e. g. argento e zinco, argento e piombo; e non servono tanti altri, come ottone e ferro, ferro e piombo), ed esigendo tali muscoli anche per questo poco, che venga loro il detto stimolo applicato immediatamente; gli altri all'opposto, cioè i muscoli dei moti volontarj, si eccitano tanto più facilmente, e a più potenti e valide contrazioni, quand'anche non arrivi ad essi la corrente elettrica, quando con essere applicate ambe le armature metalliche a' soli loro nervi, anche a due parti vicine dell'istesso nervo, una piccola porzione soltanto del medesimo soffre lo stimolo del fluido elettrico, cioè quel piccol tratto, che riman compreso fra le due armature, e per cui fa tragitto esso fluido [3].

(*c*) Oltre l'Operetta anonima citata nella Nota (*a*), un'altra ne è comparsa ultimamente del Prof. ALDINI nipote di GALVANI col titolo *Joannis* ALDINI *De Animali Electricitate Dissertationes duae*, Bononiae, 1794, in 4to, di pag. 41, con due tavole di figure. Quest'opera stimabile

Digitized by Google

istantaneamente all'equilibrio, perchè, domando, non succedono gli stessi moti, perchè rimane la rana perfettamente quieta, ove si adoperi per arco conduttore, invece de' metalli, qualche altro buon deferente, una corda, un legno, un cartone, od altri corpi, non che umidi, bagnati e grondanti d'acqua, o due dita della mano, e neppure intingendo ambe le mani intere, una per ciascun bicchiero? Non mi venghiate a dire, che siano questi non abbastanza buoni Conduttori; poichè io vi risponderò, che lo sono anche più del bisogno, come mostrano le sperienze riferite già nella lettera precedente, ed altre, in cui

---

è corredata di nuove sperienze, a cui servono varj ingegnosi apparati, il tutto elegantemente descritto. Tali sperienze, belle in se stesse, sono in vero capaci di sedurre chi a quelle sole si arresti, senza molto andare al fondo, e non applichi nè mano, nè mente alle tante altre, e in tante maniere variate ch' io contrappongo. Ma chiunque vorrà ripetere, o solamente abbia occasione di assistervi, come molti hanno fatto, veggendone l'armonia, la costanza, e come tutte, per disparate che sembrino, si riuniscono, e subordinano sotto l'istesso principio, non sarà certamente preso da quelle altre equivoche ed incostanti; egli converrà alfine, per prevenuto che fosse altrimenti, che l'idea di un'elettricità inerente agli organi animali, ossia di uno sbilancio qualsiasi di fluido elettrico nei nervi o muscoli, prodotto dalle forze vitali, non che la supposizione di qualche cosa di simile alla carica di Leyden, come ha immaginato GALVANI, e vuolsi pur sostenere da' suoi aderenti, non ha fondamento, ed è inutile, tosto che tutto si spiega colla sola virtù ed azione de' metalli posti a combaciamento de' conduttori umidi. Questa virtù, per cui vogliono considerarsi essi metalli non più come semplici conduttori, ma come veri *motori* di elettricità, è ormai in tanti modi dimostrata, e salta così all'occhio in tante mie sperienze, che vano sarebbe il mover dubbj contro di esse, comecchè la medesima riesca difficile a intendersi. Ma non è necessario comprendere il come, quando un fatto, una legge generale di fenomeni è certa, e ad essa si riportano tutti i fatti particolari; e questo è il nostro caso.

Or dunque le mie sperienze, di cui una parte soltanto ho finora riportata, col dimostrare evidentemente 1°. la virtù e potere che hanno due metalli di diversa specie di eccitare di slancio una corrente di fluido elettrico; e questa da destra a sinistra, o da sinistra a destra, secondo che sono posti essi metalli, non già secondo che sono posti i nervi o i muscoli dell'animale, come provano singolarmente le sperienze sulla lingua: 2°. che quanto più sono dissimili i metalli, tanto più sicuramente si ottengono gli effetti, e tanto più forti, sia delle sensazioni, sia dei moti muscolari: 3°. che anche senza che siano di diversa specie di metallo le due armature, o i due capi dell'arco, che ne fanno l'officio, basta qualche accidentale differenza nella tempera, nel polimento ec. per produrre in qualche grado i mentovati effetti (Veggasi la lettera precedente): col dimostrare, dico, tutto ciò in mille maniere, e colla massima evidenza, in guisa di non lasciare sopra questi tre punti il minimo dubbio, vengono le molte, e moltiformi mie sperienze a spiegare ben anche quelle prodotte come dimostrative del suo assunto dal Sig. ALDINI, ma che lungi ben sono dall'essere concludenti, cioè: 4°. come con un solo ed unico metallo, una sola lastra e. g. d'argento od un semplice laghetto di mercurio, che faccia officio e di armature e di arco, si ottengono pure qualche volta delle contrazioni muscolari nella rana puntualmente e di fresco preparata; deboli perloppiù, e non da paragonarsi colle gagliardissime convulsioni e sbalzi che provocano i metalli diversi; deboli sì, anzi debolissimi al confronto, e non sempre neppur questi, ma solo alcuna rara volta, come ho detto: cioè qualora s'incontri qualche accidentale eziandio impercettibile differenza tra le due armature, o capi dell'arco metallico.

Digitized by Google

due, tre, quattro persone, e fino 15, 20, e delle liste di panno, di cuojo, di cartone, ec. bagnati, e rami d'alberi verdi, e lunghi tratti di pavimento umido, non impediscono entrando nel circolo, che la rana preparata venga scossa, che la punta della lingua senta il sapore, il fondo dell'occhio sia colpito da momentaneo chiarore, sol che una parte qualunque di tal circolo, vicina o lontana da essa rana, da essa lingua, da esso occhio, formisi da due metalli diversi, singolarmente argento e zinco, comunicanti fra di loro, o per immediato contatto, o per altri intermedj metalli. Presa dunque una gran lunga fila di per-

---

Pare che ciò bastar dovrebbe, e che nulla più resterebbe a dire dopo quello, che ho estesamente mostrato nella Lettera precedente. Pur quì mi torna a proposito aggiungere qualche cosa in occasione di questa nuova Opera del Sig. ALDINI, in cui si fa forte singolarmente sulle sperienze fatte col mercurio; metallo, secondo lui, esente da ogni eterogeneità, quando sia ben purgato. Dirò dunque, che il difficile Chimico, sfidato da lui a trovar differenza tra parte e parte dello stesso *mercurio rettificato*, con tutti i presidj dell'arte, pur troppo la ritrova, e ben grande tra le parti interne e le superficiali, che all'aria tosto perdono il lustro, e soffrono un principio di calcinazione, massime venendo agitate: e cos'è infatti quella polvere, che si forma, e in breve copre il liquido e vivo mercurio? Qual meraviglia pertanto, se le gambe della rana preparata toccando la superficie sola del mercurio, e il pezzo di spina dorsale immergendosi più profondamente, come è il caso nelle sperienze ivi descritte, se, dico, a cagione dell'accennata differenza, dello stato cioè diverso del mercurio ne' due luoghi, trovandosi esso assai vivo nell'interno, che alla superficie, ne nascono le contrazioni muscolari? Non aveva io già provato e detto nella Lett. prec., che si eccitano esse anche col contatto di due pezzi della stessa lastra di piombo, uno dei quali sia reso lucido quale specchio, l'altro offuscato e semicalcinato all'aria? Il mercurio adunque, che ALDINI presceglie come il più sicuro, è anzi il più sospetto ed infedele; ed io ne ho molte altre prove, che quì non giova recare.

Ma io debbo movere altre eccezioni alle sue sperienze, e proporre quì alcune necessarie avvertenze intorno ai contatti metallici. Le armature dello stesso metallo, e simili, quant'è possibile che lo sieno, debbono anch' essere applicate all'istesso modo, se vogliam esser sicuri di niun eccitamento de' nervi e muscoli ottimamente preparati, e al sommo sensibili. Or se questo non si è osservato nelle sperienze, che mi si oppongono, se non vi è stata tale perfetta eguaglianza anche in ciò, io posso sempre dire che uno dei due pezzi di metallo per cotal foggia diversa di applicazione ha prevalso sopra l'altro, ancorchè della stessa specie ed eguale nel resto. Soprattutto deve schivarsi ogni urto e percossa, il che può avere non piccola influenza, e conciliare al metallo maggior potere di smuovere il fluido elettrico, onde prevalere all'antagonista. Ma quest'urto o percossa ha luogo appunto nelle sperienze prodotte nella nuova Opera, come può vedersi dalle descrizioni e figure. Lasciata dunque tal maniera di sperimentare troppo soggetta a obbiezioni, atteniamoci a quest'altra di applicare previamente al riposo due pezzi dell'istesso metallo, simile ancora quant'è possibile per tempera, levigamento, lucentezza, ec., l'uno alle gambe, l'altro alla spina dorsale della rana preparata, oppure all'acqua di due bicchieri, in cui peschino rispettivamente dette gambe, e detta spina; poi di far comunicare tra loro, o immediatamente, o con altro arco metallico tali armature similissime: allora aspettatevi pure, che non si ecciteranno le convulsioni, se non una qualche rarissima volta, e come per disgrazia, una volta in cento, o in mille. Io posso assicurare, che conficcando due fili d'argento dell'istessa pasta, lucidi e mondi, uno in una coscia, l'altro nella spina del dorso di una rana anche vigorosissima e di fresco preparata, e adducendoli poscia

Digitized by Google

sone, il pavimento umido, ed altri corpi bagnati sono abbastanza deferenti per lasciare passare in queste sperienze, senza molto indebolirla, la corrente di fluido elettrico, che va a scuotere la rana. Mi vorrete poi dire, che non sia conduttore abbastanza buono una persona sola, che intinge una mano nell'acqua di un bicchiero, e l'altra nell'altro, un arco di cartone tutto inzuppato, e grondante d'acqua, o simile altro deferente, e sosterrete, che tali corpi arrestano o ritardano la scarica del fluido elettrico dalla parte in cui si suppone accumulata all'altra rispettivamente mancante della rana, che pesca di quà

---

al contatto fra loro, mai e poi mai non mi è riuscito di ottenere le convulsioni, quando all'incontro con questa maniera di armature intime, dirò così, ho sempre avuti i più strepitosi moti, ove gli uncini conficcati erano di due diversi metalli. Si provi dunque così; oppure con posare semplicemente le gambe della rana sopra una piastretta d'argento o d'oro, e il suo dorso sopra un'altra dell'istessa qualità, tagliate cioè ambedue della medesima lastra (non potiamo egualmente fidarci di due monete compagne, potendovi essere tra di loro qualche differenza di lega, di tempera ec.); e con accostare indi tali armature fino al mutuo contatto, senz'altro arco conduttore di mezzo; e prometto che le convulsioni non compariranno, o sarà accidente se per una qualche volta compajano. All'incontro con metalli diversi non mancheranno mai in cento e mille prove che si facciano sulla stessa rana; e tanto più gagliarde sempre e strepitose si faran vedere, quanto i metalli saranno più dissimili tra loro. Con metalli poco diversi, od anche della stessa specie, ma per qualche modificazione, per qualche accidentale differenza nella tempera, nel polimento ec. dissimili, succederanno assai più poche volte le contrazioni muscolari, solo finchè l'animale si mantiene in pieno vigore, e allora pure poco violente.

Le quali osservazioni tutte ci deon portare naturalmente a giudicare, che dove pure succeda per accidente che si commova la rana colle armature apparentemente simili in tutto, si trovi in queste mal nostro grado qualche impercettibile differenza atta a suscitare una picciola corrente di fluido elettrico, tanto che basti a stimolare i nervi estremamente sensibili, per cui è obbligata di tragittare ristretta. Vi vogliono infatti in tal caso queste due condizioni: 1°. cioè del passaggio ristretto, e però è necessario la compita preparazione della rana, che lasci per comunicazione tra le gambe e il dorso i soli nervi crurali; 2°. della piena vitalità sì di questi, che dei muscoli in cui s'impiantano; e però le convulsioni, quando pure accadono con armature metalliche credute simili, non è che per poche volte, e per poco tempo dopo la detta preparazione dell'animale. Non così adoperando metalli diversi: le più valide contrazioni, e sbalzi si ottengono nella rana dopo ore, ed anche giorni; e non è neppur necessario che sia preparata nella maniera suddetta; basta che sia scorticata e sventrata; anzi si eccitano convulsioni eziandio nella rana intera, e intatta, le si fanno far salti e tirar calci ec., se le si applichino armature di metalli molto diversi, come argento od oro da una parte, foglio stagnato o zinco dall'altra.

Cosa ci vuole di più, anche stando ai soli moto muscolari, lasciando cioè tutte le altre prove sopra ai sapori ec., per convincere anche i prevenuti diversamente, che tutto è giuoco dei metalli? E qual forza contro tanti argomenti (e sì che non gli ho toccati ancora tutti) possono mai avere le sperienze riportate nella recente Opera del Sig. ALDINI, e nell'altra anonima più sopra citata, soggetta, come ho fatto vedere, a molte eccezioni, ed equivoche non poco; e che altronde si spiegano facilmente anch'esse co' miei principj? Certo non con tanta facilità spiegheranno i sostenitori dell'Elettricità animale nel senso di GALVANI le molteplici mie sperienze; nè far altrimenti lo potrebbero, che storcendo violentemente i loro stessi

Digitized by Google

co' piedi, di là col tronco ne' due bicchieri? Eh! diciamo piuttosto, che non esiste tal carica, tal eccesso e difetto di fluido elettrico ne' rispettivi organi dell'animale preparato, o non preparato, che esso fluido vi è in equilibrio come in tutti gli altri corpi; epperò che l'arco conduttore formato da una o più persone, da cuoi, panni, cartone, o corpi bagnati quali essi sieno, da deferenti in somma non metallici, nulla più essendo atto a prestare che l'officio appunto di conduttore, non può in alcun modo rompere o turbare tal equilibrio, non può determinare alcuna corrente di esso fluido, che invada i nervi e muscoli dell'animale collocato nel circolo, e ne gli irriti e scuota. I quali effetti se succedono poi ogniqualvolta intervengono nella catena, onde è formato detto circolo non interrotto de' corpi metallici, o de' carboni, ciò prova ad evidenza che essi corpi metallici e carboni, oltre la virtù comune agli altri deferenti di lasciar liberamente passare il fluido elettrico, il quale sbilanciato comunque tenda per propria forza a portarsi da un luogo all'altro, posseggono quella ben singolare e mirabile di agire sopra esso fluido anche equilibrato e quieto, di smoverlo come che sia impellendolo o tirandolo; e sì un metallo

---

principj. Come spiegherebbero (per recare quì un altro tra i moltissimi esempj) la seguente sperienza quanto semplice e piana, altrettanto dimostrativa?

Distesa la rana bella e preparata sopra una tavola, quale non importa sia isolata, o se pur si vuole l'isolamento, sopra una lastra di vetro, od uno strato di solfo, si passino due piastrette d'argento di eguale qualità, una sotto la sua spina dorsale, l'altra sotto una gamba. e sotto l'altra gamba, gli stessi muscoli corrispondenti, una piastretta di stagno, o meglio di zinco. Stando così le cose uniscansi con un arco metallico qualunque ora ambe le piastrette d'argento, ora quella che sta sotto una gamba colla piastretta di stagno o di zinco sottoposta all'altra gamba. Chiunque è prevenuto per la supposta carica elettrica, ossia sbilancio di fluido tra i nervi, che sortono dai muscoli, o tra l'interno di essi muscoli, in cui quelli s'impiantano, e l'esterno, come opina GALVANI, si aspetterà senza fallo, che debba seguire la scarica di questa specie di boccia di Leyden animale, come la chiamano, e quindi eccitarsi le convulsioni nel primo caso, e non nel secondo. Eppur siegue tutto il contrario: non si commovono mai gli arti della rana quando è indotta la comunicazione tra l'armatura dei nervi e quella dei muscoli; e succedono in vece convulsioni più o men forti tutte le volte che si fan comunicare le due armature poste ai muscoli compagni, e. g. ai due gastrocnemj. Or come và colla vostra Elettricità animale, colla vostra boccia di Leyden? Forzerete la spiegazione fino a supporre una carica, ed una tendenza alla scarica tra muscolo e muscolo, tra due muscoli omologhi? E dell'altra carica, che con qualche maggior apparenza di ragione pretendete, che esista e miri a rovesciarsi dai nervi crurali ai muscoli delle gambe, che ne è, se infatti non vi si scarica con tutta la facilità che a ciò si appresta da un arco conduttore sì acconcio? Eh! non v'ingolfate in ispiegazioni sempre più involte di difficoltà, e che riuscirebbero tutte, se non assurde, affatto inverisimili; e conchiudete meco piuttosto che se dunque con metalli simili applicati a parti animali dissimili non si ottengono gli effetti, e si ottengono in vece con metalli dissimili applicati a parti animali affatto simili, il giuoco è tutto dei metalli.

Ma conviene por fine a questa nota già troppo lunga. Ripiglierò forse in altra occasione a trattare questo punto, che è uno de' capitali del presente soggetto.

Digitized by Google

più che l'altro, o in un senso opposto uno all'altro: onde poi vien tratto ove il circolo de' conduttori non abbia interruzione, come si è detto, in un continuo giro: che in somma i metalli, molte miniere metalliche e piriti, ed il carbone non si comportano già come semplici conduttori; ma inoltre come veri *motori* ed *eccitatori* di Elettricità. Tutta dunque la magìa, mi si permetta di dirlo, sta nei corpi della classe de' metalli [7], a cui voglionsi aggiungere per somiglianza di virtù alcuni carboni vegetabili ed animali.

Ma se è così, se nulla mai e poi mai può ottenersi senza di quelli, cioè coi soli deferenti umidi, nelle rane anche più vivaci e meglio preparate (*d*); e

---

(*d*) Non debbo dissimulare, che su questo punto vengo contraddetto tanto da ALDINI, quanto dall'anonimo nelle opere citate (Nota (*a*) e (*c*)). Il primo, sfidato in certo modo da me, ha già più d'un anno, a produrre i soliti effetti delle convulsioni nella rana senza l'intervento di metalli, canta vittoria perchè vi è riuscito servendosi, in luogo di questi, di carbone di legna. Ma che! se scoperto io già avea che il carbone va posto per conto della virtù di cui si tratta, per essere cioè anch'esso *motore di elettricità*, in compagnia de' metalli, e che supera anzi l'argento: se ciò io aveva pubblicato e per lettere comunicato all'istesso ALDINI: s'egli ne conviene nel luogo istesso, ove riferisce le sperienze da lui intraprese per eccitare le convulsioni col solo carbone: ecco infatti come s'esprime (Diss. I, §. XVIII).

« Cl. Volta ut contractionem periclitarer ubi metallicum nihil adesset [8], datis huma-« niter epistolis, invitavit; carbonem siquidem pluribus efferebat laudibus, quem omnium « primus fuerat expertus animali esse Electricitati armaturam aptissimam ».

Come vien dunque dopo questo ad obiettarmi, che le armature di carbone gli han riuscito egualmente che quelle di metallo; e come mai crede con ciò di trionfare! Dacchè io ho posto coi metalli il carbone come un *motore* di elettricità, nel senso da me inteso non inferiore ad essi, anzi superiore a molti, come attissimo a far officio di armatura, è troppo chiaro, che provocando il Sig. ALDINI e chiunque altro ad eccitare le contrazioni muscolari senza l'aiuto di metalli, e confidando che non si sarebbe riuscito, ho voluto escludere coi metalli anche il carbone, che assieme a quegli annovero tra i motori di elettricità, e che intendo sempre di comprendere con essi, quando nelle sperienze, di cui si tratta, parlo di conduttori metallici. Ecco dunque annullata l'obbiezione mossami per questa riuscita di sperienze col carbone; della qual obbiezione non resta che la meraviglia come abbia potuto farmisi.

Che se si volessero riprodurre riguardo al carbone quelle altre obbiezioni già motivate riguardo ai metalli, cioè che due carboni, ed anche un solo ed unico pezzo di carbone, facendo officio di armature ed arco insieme, non lascia talvolta di eccitare le convulsioni nella rana ben preparata; darei le stesse risposte: cioè, che viene questo da qualche accidentale differenza tra carbone e carbone, e tra le parti dello stesso pezzo di carbone. Pe'metalli dell'istessa specie abbiam veduto, che non poco influiscono anche picciole differenze nella tempera, nel polimento, nel calore (Lett. I) e forse altre modificazioni che non sappiamo: quanta differenza riguardo all'azione elettrica, di cui si tratta tra ferro e ferro! Ma ella è maggiore ancora tra stagno e stagno, tra quello comune in lastra, e le sottili stagnole o foglie battute, e singolarmente quelle della così detta carta d'argento, anzi tra foglio e foglio stagnato; non sò se per qualche diversa lega, pel maggior polimento o lucentezza, o per altro. Pel carbone non so se molto influisca la diversa qualità di legno: certo moltissimo fa la diversa cottura: ma vi saranno anche altri accidentali differenze. Il fatto è, che differiscono quasi sempre notabilmente due pezzi di carbone, e non di rado lo stesso pezzo in diversi punti. Locchè scopresi anche colla

Digitized by Google

se all'incontro coll'intervento dei primi impiegandone massimamente due de' più diversi in ordine all'indicata virtù e potere, come argento e stagno, o meglio argento e zinco, giungesi ad eccitare i più forti motori muscolari nelle più deboli e spossate, molte ore ancora, e fino uno, due, e più giorni dopo averle tagliate, e disponendo le sperienze in tante e tante varie maniere, come ho praticato da due anni con maraviglia sempre nuova di tutti quelli, a cui ho mostrate tali sperienze, vi è ben ragione di chiamar questa piuttosto *Elettricità metallica* che *Elettricità animale*; giacchè i metalli la eccitano veramente, e originariamente essi sono che danno la mossa al fluido elettrico: gli organi animali meramente *passivi* non fanno che risentirsene, allorchè viene o in questa,

---

lingua; giacchè avviene talvolta che senta essa più o meno di sapor acido coll'applicare il suo apice o bordi ad un carbone, e il suo dorso ad un altro comunicanti insieme (non altrimenti che succede con foglio stagnato e lastra di stagno comune), ed anche in qualche caso con applicarsi essa lingua estesamente ad un solo e stesso carbone. Qual meraviglia dunque, che si eccitino da due carboni, od anche da un solo pezzo di carbone, più o men forti convulsioni nelle rane, facendovi toccare qui le gambe, là i nervi o la spina dorsale della medesima, quando massimamente ha subìta tal preparazione, che lasciando attaccate pe' soli nervi crurali esse gambe a detta spina, trovansi tali nervi e i muscoli, in cui s'impiantano, oltremodo eccitabili?

Nell'altra operetta si mettono dal suo Autore in campo alcune sperienze, le quali sono direttamente contrarie a quanto io avanzo, cioè che senza metalli (o carboni) non si eccitino mai le convulsioni nella rana comunque preparata. Le sperienze oppostemi sono queste: tagliata la rana in guisa che i soli nervi crurali, con un pezzetto al più di spina dorsale, pendano nudi dalle coscie, e inclinando cotal mezza rana, tantochè quel piccol troncone di spina, o i nervi stessi vengano a battere contro le nude coscie, ecco tutti i muscoli convellersi. Qui dunque non c'è metallo, nè altro conduttore, nè armature, nè arco: ossia l'arco dei nervi ai muscoli è formato dai muscoli e nervi stessi. Dunque la carica e scarica elettrica esiste, e accade nelle sole parti animali: dunque l'elettricità è propria degli organi, non avventizia ed esterna.

Queste conseguenze anderebber bene, se l'esperienza fosse sicura e costante, e se non restasse dubbio, anzi gravissimo sospetto, che un'irritazione meccanica sia causa dell'effetto in tali prove, per cui rendonsi affatto inconcludenti. Quanto al primo la verità vuol ch'io dica, che essendomi fatto carico di ripetere l'esperimento, mi è sibbene riuscito di veder talora eccitate le convulsioni; ma ben poche volte in molte e molte, e non mai convulsioni violente, non mai comparabili alle strepitose ed enormi, ai forti sbattimenti e salti, che si eccitano coll'applicazione de' metalli. Riguardo al secondo dirò pure, che non le ho mai ottenute nè manco picciole e parziali, se la rana non era tutto di fresco preparata, e i suoi muscoli e nervi non godevano di un pieno vigore di vitalità, e tale che ogni stimolo meccanico, ogni urto e compressione, anche colle dita, sopra i nervi, ogni stiramento, ec. bastava a destare simili convulsioni generali o parziali, dei tremori e subsulti. Così è: l'esperimento non mi è riuscito che pochissime volte, e sol quando duravano ancora, o erano appena cessati nella rana tagliata i tremiti e i palpiti delle fibre per lo strazio sofferto, quando esse fibre si risentivano quasi ad ogni tocco e pressione, massime de' nudi nervi. Per il che ho creduto, e credo doversi attribuire a stimolo parimente meccanico quelle convulsioni, che talvolta si eccitano in simili circostanze,

Digitized by Google

o in altra maniera eccitata altronde, e trascorre per essi, segnatamente pe' nervi, e tanto più se ne risentono, quanto per essi nervi passa più ristretta la corrente di detto fluido, determinata sempre mai da causa estrinseca.

In tal modo tolta agli organi animali ogni azione elettrica propria, che nasca cioè da principio interno, abbandonata questa bella idea, che suggerivano le prime sperienze di GALVANI, e ch'io pure avea avidamente abbracciata, vanno essi organi, i nervi singolarmente, e muscoli volontarj riguardati quai semplici Elettrometri di un nuovo genere, e di una maravigliosa sensibilità. [*]

---

col fare che i nervi o il troncone della spina vengano a percuotere le nude coscie della rana preparata.

Nè mi si dica, che inclinando bel bello una parte verso l'altra, sicchè vengano a combaciarsi piuttosto che a percuotersi, non sembra che debba nascere irritazione meccanica sensibile, poichè io rispondo, che non si può così facilmente impedire, che i nervi o il troncone non si gettino e serrino addosso con qualche impeto alle coscie, per causa dell'umido superficiale, che in virtù di mutua attrazione sollecita quelle parti al congiungimento, a cui si portano per ciò con moto accelerato. Non è difficile osservare tal cosa; ed osservando bene si vedrà anche, che non succedono le convulsioni, se non ha luogo un tal colpo od urto; e rarissime volte anche con questo, cioè solamente concorrendo le altre favorevoli circostanze di massima sensibilità ec., come ho spiegato.

Conchiudiam dunque, che nulla provano codeste vantate sperienze, le quali lasciano tanto sospetto di stimolo meccanico. Per escludere un tal sospetto convien ritornare alle sperienze, in cui e nervi e muscoli della rana preparata riposino quieti, e non vengano toccati o premuti altrimenti, alle sperienze coi due bicchieri d'acqua, che ho sopra proposte, ed altre simili. Insistendo pertanto su tali sperienze finisco col rinnovare il mio argomento d'istanza, tratto da che non succedono mai le convulsioni facendo comunicare i nervi della rana co' suoi muscoli mediante arco conduttore che non sia metallico avvegnachè attissimo a tradurre qualunque scarica: argomento, che mi pare uno de' più vittoriosi.

Digitized by Google

NOTE DELLA COMMISSIONE

ED AGGIUNTE TRATTE DAI MANOSCRITTI DI A. VOLTA

[1] *In Cart. Volt. J* 49 *è la minuta di una nota del* 1797, *analoga a questa nella quale il V. dichiara che « l'anonimo Autore » è il Galvani.*

[2] *In Ant. Coll. leggesi* « del ».

[3] *In J* 26 *la nota prosegue:*

.....ed è trascorso da esso fluido portato in giro. In fine restando sempre, che il cuore e gl'altri muscoli involontarj si eccitino assai meglio cogli stimoli meccanici, che collo stimolo elettrico applicato anche immediatamente; e i muscoli volontarj tutt'all'opposto più facilmente e molto meglio collo stimolo elettrico, più facilmente, dico, più fortemente, e in tutte le loro fibre, avvegnachè al solo nervo si applichi tale stimolo, una sola porzione di lui sia trascorsa dal fluido elettrico rimarrà ancora tutta la forza alla congettura da me fondata, cioè, che gli stimoli più appropriati, o almeno più efficaci per il cuore e per gl'altri muscoli involontarj essendo i stimoli meccanici; e pei muscoli de' moti volontarj l'elettrico; la Natura saggia ed economa abbia giusto assegnati agli uni e agl'altri gli stimoli rispettivamente più efficaci. Veggiamo infatti, che ha destinato stimoli meccanici per il cuore, per il ventricolo ed intestini, cioè il sangue per quello, i succhi gastrici, gli alimenti ec. per questi. E perchè dunque non avrà provveduto egualmente bene all'economia animale, col destinare il fluido elettrico all'officio di stimolare i nervi de' moti volontarj, col farlo ministro, e funzionario della volontà?

Questo fluido è pur ivi presente dov'è la sede dell'anima, non altrimenti dove hanno origine e si uniscono tutti i nervi, che trovasi sparso in tutti i corpi [10]: non c'è bisogno di fabbricarlo apposta. Come non v'è bisogno di canali, di una struttura vasculare de' nervi, quale non si osserva, per farlo trascorrere sin dove si vuole; nè che effettivamente scorra per lungo tratto, pe' nervi medesimi, e molto meno che arrivi fino ai muscoli, mostrando le mie sperienze, che basta a concitare essi muscoli, una picciola corrente di fluido elettrico che invada un breve tratto de' nervi che li reggono. Può dunque l'anima far tutto colla minima spesa là nella sua sede, servendosi del fluido elettrico.

Digitized by Google

Così le congetture che si formarono già da molti Fisiologi, a cui piacque di far compiere al fluido elettrico le funzioni dei pretesi spiriti animali, congetture finora troppo vaghe, e difficilmente conciliabili coi fenomeni conosciuti dell'elettricità, acquistano..... [11] .....
e così dopo di aver io, con dispiacere, atterrata quell'elettricità animale mal sussistente, che..... [11] .....

[4] *In Br. Ann. ed Ant. Coll. leggesi:* « O perchè » *nel Mns.* J 26 *si legge:* « E perchè ».

[5] *In Br. Ann. ed Ant. Coll. leggesi:* « capo », *corretto pure secondo la lezione del Mns. J* 26.

[6] *In Br. Ann. ed Ant. Coll. leggesi:* « intorno »; *la correzione è anche qui fornita dal Mns. J* 26.

[7] *A questo punto finisce la lettera pubblicata sul « Nuovo Cimento », T. XV,* 1862, *pag.* 188.

[8] *In Br. Ann. ed Ant. Coll. si legge:* « adest », *J* 26 *dà invece:* « adesset ».

[9] *In J* 29 *ad un brano analogo alla fine di questa lettera fa seguito quanto qui si crede convenga pubblicare non ostante si tratti di una prima minuta, in qualche punto di difficile interpretazione:*

Ho nella precedente già accennato, che non solo i metalli puri, ma molte miniere eziandio e piriti, e sì alcune poco ricche di materia metallica, posseggono la virtù di cui si tratta, ed anche i carboni di legna perfetti. Or qui aggiungerò, che alcuni pezzi tra questi, e tra quelle il ferro specolare, e il così detto rame piritoso e qualche altra pirite la posseggono in un grado eminente e sono, malgrado che contengano assai più solfo che metallo, buonissimi conduttori, ciò che dee pur far maraviglia. Ora consideriamo che i corpi metallici e i carboni di legna formano tutta la classe de' conduttori secchi, de' conduttori per se, fuori di questi non v'è corpo secco, che sia buon conduttore, anzi che non sia coibente. Un'altra classe di conduttori ben diversa, è formata dall'acqua e d'altri liquidi, esclusi gli olj, e dai corpi bagnati e penetrati da' liquidi medesimi, come i corpi veg. ed an. ancor verdi e succosi, o se privi de' nativi umori, bagnati e inzuppati d'acqua, le pietre parimenti umide ecc. Divisi così in due classi ben distinte i Conduttori, e posto per principio, che nello $\frac{\text{combaciamento}}{\text{sposalizio}}$ d'uno della prima Classe, quale chiameremo de' *conduttori metallici*, essendo in massima parte formata da essi, con uno della seconda che disegneremo col nome di *Conduttori umidi*, vien dato impulso per virtù propria del conduttore metallico al fluido elettrico; e che tale virtù è diversa, se non altro quanto alla forza, ne' diversi metalli, sarà facile intendere quando e come in una catena che fa circolo intrecciata da varj conduttori dell'una e dell'altra classe, sarà messo esso fluido in giro, e potrà eccitare le sensazioni, le contrazioni e moti ne' nervi e muscoli, compresi in tal catena, come debbano essere sposati fra di loro quei conduttori diversi fra di loro, perchè ne succedano gli aspettati effetti. Non mi tratterrò qui adesso a mostrare quali nervi e muscoli possano, da cotal corrente di fluido elettrico venir eccitati, e quali condizioni si richiedano in essi per questo: discorreremo

Digitized by Google

di ciò un'altra volta; mi basta per ora ricordare una cosa, che ho più sopra accennata, cioè, che i nervi da eccitarsi sian quelli proprj delle indicate sensazioni, o siano i nervi inservienti ai moti volontarj, come i crurali della rana, devon essere disposti nel circolo in guisa, che la corrente elettrica passi raccolta e ristretta in gran parte per essi, non diffusa in ampio alveo d'attorno: è questo abbastanza chiaro da sè; e ci spiega assai bene perchè le altre cose pari, si convellano tanto più facilmente e fortemente le gambe della rana quanto più si toglie via dei visceri ed altre parti adiacenti ai nervi crurali, fino ad isolar questi tutt' intorno, lasciandoli nudi, attaccati alla sola spina dorsale da una parte, e alle gambe dall'altra. Il presente mio scopo, è di mostrare quali fralle varie possibili combinazioni di conduttori dell'una con quelli dell'altra classe, dei conduttori cioè attivi moventi, coi passivi inerti, sian atti a produrre la detta corrente di fluido elettrico in giro, e quali no.

Or dunque nè una catena o circolo di soli conduttori della prima classe, o vogliam dire metallici; nè una di soli conduttori della seconda, ossia deferenti umidi vale a ciò. Ma neppure se un solo de' primi, un pezzo d'argento e. g., fa anello di comunicazione nella catena composta per il resto tutta di deferenti umidi; con ciò non si fa nulla ancora: e la ragione è, che i due capi dello stesso metallo trovandosi in contatto di conduttori umidi sì indifferenti a una parte che all'altra, l'attività di tal metallo onde spinge o tira il fluido elettrico esercitandosi egualmente nelle due direzioni opposte rimane controbilanciata, e non può quindi determinarsi alcuna corrente da destra a sinistra o da sinistra a destra.

Si richiedono dunque due capi metallici diversi che combacino ciascuno un Conduttore della seconda classe, diversi dico, o sostanzialmente, cioè di due specie di metallo, o per qualche accidentale modificazione di tempera ec., che differiscano insomma nella virtù e forza di concitare e smuovere nel detto contatto de' conduttori umidi il fluido elettrico; e quanto più differiscono tanto meglio.

Ma anche con tali metalli diversi, con due de' più lontani tra loro in ordine a tal virtù, e. gr. argento e zinco non si fa nulla, se invece di fare che sì l'uno che l'altro tocchi per un solo de' suoi capi un rispettivo conduttor umido, son posti in maniera, che ciascuno ne tocca due, uno a destra l'altro a sinistra, rimanendo così separati l'argento dal zinco d'ambe le parti da deferenti umidi interposti: come p. e. se una persona impugnando colla destra una lastra d'argento la presenti alla sinistra di una seconda persona, e questa poi impugni colla sua destra una lamina di zinco, e la presenti alla sinistra di una terza. In tal modo, no, non si fa nulla, perchè, ciascuno de' metalli agendo d'ambi i suoi capi che sono similmente in contatto di conduttori umidi, ed i nervi con egual tenore sopra il fluido elettrico, impellendolo o tirandolo con egual forza in opposte direzioni, in nessuna delle due può metterlo in corso.

Digitized by Google

Debbono pertanto i due metalli diversi con un sol capo ciascuno combaciare i deferenti umidi, e coll'altro congiungersi fra loro o immediatamente, toccandosi essi due metalli, o per mezzo di altro od altri metalli qualunque sieno, non interrotti. Così anderà bene la cosa, se in una catena di persone, che comunicano in circolo, impugnando una lamina di argento, la porti a dirittura al contatto di una lamina di zinco impugnata dall'altra, oppure si faccian le due lamine comunicare con un altr'arco o catena d'un solo o più metalli, simili o dissimili. Insomma vuol essere il circolo formato da due archi, uno tutto conduttore della prima classe, qualunque sia, d'uno o più pezzi, dello stesso metallo, o di diversi nel mezzo, sol che diversi siano gli estremi, che è la condizione richiesta; l'altro tutto di conduttori della seconda classe, cioè umidi.

Sebbene può essere quest'arco di deferenti umidi interpolato ben anche da uno, due, o più metalli, e non impedire, anzi in alcuni casi promovere la corrente elettrica. Seguiamo a prender gli esempj da una corona intrecciata di persone e di metalli; giacchè le sperienze, e le spiegazioni stesse saltano meglio all'occhio; e sarà poi facile farne l'applicazione ad altre simili sperienze, in cui si sostituiscano alle persone altri conduttori dell'istessa classe, cioè corpi pieni d'umido quali essi sieno, o l'acqua stessa in natura, che tutti sono indifferenti, avendo la medesima disposizione siccome meri conduttori passivi e inerti. Quando dunque una persona impugnando un metallo, e un'altra un altro diverso, e comunicando tali metalli fra di loro o immediatamente, o per mezzo di altri metalli in serie continua, è messo in corrente il fluido elettrico, e gira incessantemente per tutto il circolo che compiono altre persone, od altri conduttori umidi, se anche fra due di queste persone e di questi qualsiansi corpi umidi, che sono egualmente della classe de' conduttori passivi e indifferenti, s'interponga, e faccia anello di comunicazione un altro metallo; non farà esso nulla, nè indurrà cioè coll'azione sua propria opposizione alcuna alla detta corrente, nè punto la promoverà; per la ragione che dirigendosi cotal sua azione ne' due estremi in senso opposto, ed essendo d'ambe le parti eguale contro que' conduttori umidi egualmente inerti, si riduce a niuna azione. Lo stesso pertanto sarà, se anche fra le altre persone della catena s'introducano uno per luogo altri metalli, quanti si vuole.

Dico uno per luogo (può aversi per uno..... [11] .....

[10] *Lettura difficile del Mns.; interpretazione non del tutto sicura.*

[11] *Interrotto il Mns.*

Digitized by Google

Digitized by Google

XIV (C).

LETTERA TERZA

DEL SIG. CAV.

DON ALESSANDRO VOLTA

P. PROFESSORE, EC.

AL SIG. AB.

ANTON MARIA VASSALLI

PROFESSORE DI FISICA A TORINO, EC.

SULL'ELETTRICITÀ ANIMALE.

Como, 27 *Ottobre* 1795.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
Br. Ann. T. XI. 1796. pg. 84.	**Copia presso Ac. Sc. Torino.** (B. XI. 8).
Ant. Coll. T. II. P. I. pg. 230.	Cart. Volt.: J 27; **J 32;** J 49; L 14; L 15.

OSSERVAZIONI.

TITOLO: Da Br. Ann.

DATA: dalla copia presso Acc. Sc. Tor. in Br. Ann. trovasi 24 ottobre 1795.

J 27 contiene un abbozzo della Scala dei poteri elettromotori analoga a quella contenuta in questo numero.

J 32. Prime minute più ristrette da cui togliesi una nota.

L. 14. Vari fogli che nel loro assieme formano quasi tutta la lettera.

L. 15. Vari fogli che contengono le note.

Un brano di questa lettera leggesi nel « Manuale della letteratura italiana » compilato dai professori A. D'Ancona ed O. Bacci (Firenze, 1897, Barbera), Vol. IV, pag. 562.

Digitized by Google

Digitized by Google

LETTERA TERZA.

da Como li 27 *8bre* 1795.

Dopo le due lunghe lettere da me scrittevi, illustre Accademico e Collega, ha già un anno e mezzo, e inserite ne'Giornali del nostro comune amico Dr. BRUGNATELLI, sul soggetto della pretesa *Elettricità animale*, propria cioè degli organi, in cui si suppone una carica o sbilancio qualsiasi di fluido elettrico, quale elettricità organica ideata dal valente Fisico e Professore di Anatomia Dr. GALVANI dietro le bellissime sue sperienze e scoperte invero mirabili ammisi io pure per qualche tempo, ma presto cominciai a rivocare in dubbio, e finalmente dovetti con dispiacere riconoscere e dichiarare per insussistente [1]: dopo che dalla maggior parte de' Fisici, massime oltramontani, erasi adottata la mia opinione, esposta nelle mentovate lettere e in altre memorie e scritti antecedenti, che riconosce bensì nelle sperienze di cui si tratta, una vera elettricità [2], ma elettricità meramente artificiale ed estrinseca, mossa cioè da conduttori acconciamente applicati; risvegliossi di nuovo qui in Italia, e crebbe più che mai il fermento delle contrarie opinioni in occasione che si pubblicarono nell'autunno scorso con un opuscolo del Dr. EUSEBIO VALLI delle nuove interessanti sperienze in soccorso del primo ormai abbandonato sistema. Invero tali sperienze non solo comparvero favorevoli e consentanee all'ipotesi di un'elettricità propria e attiva degli organi animali, di una vera carica o sbilancio di fluido elettrico tra nervi e muscoli dipendenti, o tra l'interno e l'esterno di essi muscoli, la qual carica o sbilancio producasi naturalmente per le forze della vita, e manifestisi anche negli animali trucidati, e ne' membri recisi, finchè vi dura un certo grado di vitalità; non solo, dico, parvero tali sperienze favorire grandemente siffatta ipotesi, altronde bella e seducente, proposta dal prefato illustre Professor Bolognese adottata e difesa contro le forti mie obbiezioni da ALDINI suo nipote e collega, e da altri seguaci non pochi; ma sembrarono dimostrarla evidentemente, e porla fuori d'ogni dubbio; e sì ne imposero a molti, e tiraronli di nuovo agli stendardi Galvaniani quando già soscritto aveano, o stavano per soscrivere alla mia sentenza affatto diversa.

Questa, che sostenni già con molti argomenti e prove sperimentali, e che

Digitized by Google

sostengo ancora, riduce tutto ad un giuoco de' conduttori in conveniente modo applicati, alla virtù cioè che loro attribuisco, o dirò meglio di cui ho scoperto esser essi dotati, d'impellere e smuovere, ove si affrontino o combacino alcuni di classe o di specie diversa, il fluido elettrico: dal che poi viene che se concorrano tre, o più, tutti diversi a compiere il circolo conduttore, se p. e. a due metalli, argento e ferro, piombo ed ottone, argento e zinco ecc. sia interposto uno o più conduttori non metallici, della classe cioè da me chiamata de' *conduttori umidi*, perchè o fluidi in tutta la massa, o contenenti qualche umore, fra i quali i corpi animali e tutte le loro parti fresche e succose; se, dico, un conduttore di questa 2ª classe trovisi di mezzo e a contatto di due di quella 1ª, di due metalli diversi, ne viene che si determini una corrente continua di fluido elettrico, secondo che l'azione su di esso in virtù di tali combaciamenti prevale da una parte o dall'altra (*a*).

Tale mia spiegazione venendo confermata da innumerabili sperienze variate in molte maniere, come ho fatto vedere in diversi scritti, e bastando solo a render ragione di tanti fenomeni e apparenti anomalie in ogni altra guisa inesplicabili, ho dovuto indurne che la pretesa elettricità animale, propria e attiva degli organi, non ha fondamento, molto meno prove decisive che la dimostrino: che conseguentemente gli organi animali in simili sperienze vogliono risguardarsi come puramente *passivi*, come semplici *elettroscopj* di un genere particolare; e che debbono invece aversi per *attivi* i Conduttori applicati al mutuo combaciamento, purchè diversi; e tanto appunto più attivi ed efficaci quanto più differiscono tra loro sotto certi rapporti.

Così ho conchiuso sono già tre anni circa [³], e così sostengo ancora, torno a ripetere, a fronte delle nuove mentovate sperienze del Dr. VALLI, ed altre di simil fatta; le quali con tutta l'apparenza favorevole alla teoria di GALVANI, per cui furono avidamente abbracciate da' suoi partigiani, che ne menarono gran rumore; vedremo che esaminate in tutte le loro circostanze e aggiunti, moltiplicate e variate come si conviene, comprovano anzi evidentemente l'opinione mia, e non lasciano a quell'altra più alcun appiglio o risorsa.

Io non so se tra quelli che stanno ancora per l'elettricità animale vera e propria nel senso sopra spiegato, vi troviate ancor voi, mio caro professore, a cui è piaciuto sempre di ampliare, forse anche troppo, l'impero dell'elettri-

---

(*a*) Ciò basta per mostrare quanto sia diversa dalla pretesa elettricità animale, dalle idee di GALVANI e suoi seguaci, quell'elettricità che sostengo io; la quale non suppone alcuna carica o sbilancio, e conseguente scarica degli organi animali, e neppure carica o scarica propriamente detta de' conduttori applicati, ma una circolazione, ossia corrente continua di fluido elettrico, cagionata e mantenuta da una forza arcana, che risulta dal combaciamento di conduttori diversi fra loro; i quali in simili circostanze sono qualche cosa più che semplici deferenti, facendola da veri *eccitatori* o *motori*.

Digitized by Google

cismo, e sottomettere alla sua influenza il più gran numero possibile di fenomeni naturali, e in particolare alcuni dell'economia vegetabile ed animale, e che anzi prevenuto vi mostraste in alcune operette dalle idee di un'elettricità spontanea negli animali, e molto vi studiaste di comprovarla con esperienze varie, alcune delle quali veramente curiose, e ciò molto innanzi che fosser note quelle affatto sorprendenti di GALVANI: non so bene qual impressione vi abbian fatta dapprima tali sperienze del Prof.re Bolognese; in seguito le mie molto più estese e variate, dalle quali ho tratto conseguenze ben diverse e in nulla favorevoli alla supposta elettricità animale, e finalmente le nuove di VALLI ed altre analoghe, con cui si è preteso di ristabilirla inconcussamente. So che queste ultime ne hanno imposto a molti, come già dissi; i quali veggendo ottenersi in qualche modo le convulsioni nelle rane di fresco preparate e sensibilissime, anche senza l'intervento di alcun conduttore metallico o carbone, ciò ch'io avea pronunciato non succedere mai [4], perchè non m'era fino allora riuscito (e infatti non riesce che difficilmente) non cercarono dippiù per darla vinta ai sostenitori dell'elettricità animale in senso proprio, della pretesa carica cioè o sbilancio di fluido elettrico tra nervi e rispettivi muscoli, o tra l'interno e l'esterno di essi muscoli. Eppure in niun modo vien provata da tali sperienze siffatta elettricità animale, come mi propongo di far vedere: esse mostrano soltanto, che sono io andato troppo innanzi asserendo, che non si potrebbe mai coll'applicazione di soli conduttori umidi, ossia di 2ª classe, senza l'intervento cioè di alcun metallo o conduttore di 1ª classe, eccitare le convulsioni nelle rane comunque preparate e facilissime a risentirsi. Ecco in che debbo ritrattarmi, ossia correggere le espressioni troppo generali da me avanzate: non già riguardo alla proposizione capitale, che ho sostenuta, e che sostengo ancora, cioè che la mossa al fluido elettrico vien data, non già dagli organi animali in cui trovisi esso fluido, come suppongono i Galvaniani, in uno stato di carica o di sbilancio; bensì da una forza che risulta dal combaciamento di conduttori dissimili che entrano nel circolo: che insomma ella è anche in tali sperienze, in cui non s'adoprano metalli, un'elettricità artificiale eccitata da causa estrinseca, ossia movente esterno, e in niun modo da principio o forza interna degli organi animali, de' nervi e muscoli.

Per venire ora più davvicino a codeste sperienze, non mi fa stupore che abbian sorpreso e tirato molti, che prima ne dubitavano, a credere alla supposta elettricità animale, e a dichiararsi apertamente per essa; tutti quelli cioè, che non sono andati più innanzi, e non han fatto il dovuto riflesso alle circostanze. Senza questo dovettero restare sedotti (e chi poteva non esserlo a prima giunta?) dal vedere eccitarsi delle contrazioni più o meno forti in tutti i muscoli delle gambe posteriori di una rana compitamente preparata, con ripiegare semplicemente una di esse gambe, e addurla al contatto de' nervi ischiatici ossia crurali, oppur de' muscoli del dorso.

Digitized by Google

Codesta è l'esperienza principale, con cui crede VALLI, e credono i Galvaniani tutti vecchj e nuovi, di aver vinta la causa contro di me, e fino di avermi ridotto al silenzio. Altre sperienze consimili son quelle di tenere sospesa pe' piedi la rana con una mano, e con un dito dell'altra o colla lingua toccare i nervi crurali pendenti, o la porzione di spina, che ad essi si è lasciata attaccata; di tener in egual modo sospesa la rana per una gamba, far passare detta spina, o buona parte del tronco, se tutto o quasi tutto è rimasto attaccato [5] (come io pratico perloppiù di lasciarvelo, troncandone la sola testa), nell'acqua di un catino, e portare l'altra sua gamba al contatto dell'acqua medesima; nell'uno e nell'altro de' quali modi succede pure qualche volta di eccitare le convulsioni; come succede in quell'altra maniera descritta già nell'operetta anonima (intitolata *Dell'uso e dell'attività dell'Arco conduttore nelle contrazioni dei muscoli* [6]), di cui ebbi occasione di parlare nelle note alla 2ª delle lettere che vi scrissi nella primavera dell'anno scorso; la qual maniera consiste in fare che i nervi pendenti, o il pezzetto di spina attaccato vadano a toccare le coscie.

Queste e simili sperienze, ove non interviene alcun conduttore metallico, ossia di quelli che io chiamato avea *eccitatori* o *motori*; ove una parte dell'animale medesimo fa tutto l'arco conduttore, o se non lo fa tutto, il resto per compire il circolo è fatto da altri deferenti umidi; tali sperienze, gridano i Galvaniani, sono decisive, perentorie: qui l'elettricità non può ripetersi che dagli organi animali, ne' quali cioè trovisi il fluido elettrico in istato di carica o di disequilibrio, sbilanciato, come pare, tra i nervi e i muscoli in cui quelli s'impiantano, o tra l'interno e l'esterno de' muscoli medesimi, come ebbe per più probabile l'istesso GALVANI. E voi, che ne dite, amico? La date così subito loro vinta? O restate ancora perplesso per le tante altre sperienze da me prodotte, nelle quali è pur manifesto che l'elettricità è meramente artificiale, che il fluido elettrico è mosso da causa estrinseca, per un'azione cioè che risulta dal combaciamento di conduttori dissimili? Oppure per far la pace e conciliare le une colle altre sperienze, adottate voi ambidue i principj, e tenete (come opinai anch'io una volta, ma per poco tempo [7]) che quando l'uno e quando l'altro sia la causa delle convulsioni eccitate? Può infatti credersi, che i metalli di specie diversa abbiano realmente nel combaciamento loro co' conduttori umidi la virtù di muovere il fluido elettrico, e che ad una tal'azione, alla corrente elettrica quindi eccitata, troppo debole per potersi manifestare co' segni de' comuni elettrometri, ma pure più che sufficiente ad irritare i muscoli volontarj, o piuttosto i rispettivi nervi, ed altri molto sensibili, per cui passi raccolta, a siffatta corrente abbastanza attiva si risentano le rane anche preparate da lungo tempo, e già molto debilitate, anche le non intieramente preparate, anche senza averne denudati i nervi, e fino i semplici muscoli staccati di esse, o di qualunque animale, e così pure si risentano i nervi del gusto, della visione ec., come ho scoperto; anzi non può credersi altrimenti in tante e tante sperienze, nelle quali

Digitized by Google

con questo mezzo solamente de' metalli diversi ottener si possono gli accennati effetti; e può credersi nell'istesso tempo, o sospettarsi almeno, che anche talvolta proceda il moto del fluido elettrico da una vera carica o sbilancio negli organi animali, come presumono i Galvaniani, quando cioè si eccitano le convulsioni o con un sol pezzo di metallo, o con due, ma della stessa specie, e fino senza alcun metallo, con un arco cioè di soli conduttori umidi, ossia di 2ª classe, come le novelle sperienze ci mostrano che pur succede talvolta. Quando però si ammetta una tal carica o tensione del fluido elettrico negli organi, dovrà dirsi che sia sommamente debole, e abbia luogo solo per pochissimo tempo, osservandosi che non si eccitano d'ordinario se non convulsioni deboli, e difficilmente, e solo nelle rane preparate di tutto punto e di fresco, e dotate di somma vitalità. Ma infine se basta, come farò vedere e toccar con mano, a spiegare anche queste poche sperienze ambigue il solo principio dell'azione de' conduttori dissimili, principio dimostrato da tante altre prove sperimentali chiare e parlanti, e senza paragone più numerose, a che ricorrere ad un altro principio supposto, e non provato, di un'elettricità cioè propria e attiva degli organi animali? Perchè introdurre due principj affatto diversi per fenomeni dell'istesso genere, e del tutto simili? [8]

Dietro queste riflessioni osservando più attentamente, ed analizzando quelle sperienze, in cui mi riusciva di eccitare le convulsioni nella rana con due armature dell'istesso metallo, e fino con un arco di un sol pezzo senz'altra armatura, venni a scoprire che anche picciole accidentali differenze tra dette armature, o tra i due capi dell'arco metallico, nella tempera cioè, nel polimento ecc. bastavano a dar mossa al fluido elettrico, e ad indurre una corrente del medesimo valevole a scuotere la rana compitamente e di fresco preparata: la qual cosa, ch'io avea verificata con moltissime prove sperimentali, fece il soggetto della 1ª delle lettere già mentovate scrittevi l'anno scorso. Così poi quando alcuni mesi dopo fu richiamata la mia attenzione alle nuove sperienze del VALLI, in cui non entra metallo di sorta, ripetendo e analizzando anche queste con variarle in più maniere, non tardai molto a riconoscere, che qui pure la diversità de' conduttori combaciantisi è necessaria; e che tutto il giuoco dipende da questa diversità: e di tale ulteriore scoperta e spiegazione ne feci parte in lettera fin dal principio del passato inverno al Cav.re BANKS Presidente della Società Reale di Londra, e ad altri miei Corrispondenti; per nulla dire dei molti e nazionali e forastieri, a cui ho mostrate in tutto il corrente anno le sperienze, e che trovandole decisive hanno senza più esitare sottoscritto alla mia opinione.

Non dubito pertanto, che non siate per soscrivervi ancor voi, Collega amatissimo, qualunque sia stato fino ad ora il vostro sentimento, sol che pesiate bene le ragioni, e più le sperienze, che con maggior ampiezza di quello ho fatto con altri vado ad esporvi, e vi piaccia di ripeterle voi medesimo.

Digitized by Google

Quest'ultimo oso dire è necessario: non basta leggere o sentire da altri le descrizioni, bisogna vedere le sperienze, farle, rifarle, cambiando forma e maniera, come ho praticato io, per ritrarne una perfetta convinzione [9].

Non sarà inutile prima di tutto, ch'io mi trattenga un poco a farvi più da proposito osservare quello, che di passaggio ho già toccato, cioè che non sempre, e a mala pena, anche nelle rane preparate di tutto punto, e solo per poco tempo riescono le vantate sperienze delle convulsioni eccitatevi senza l'intervento di alcun metallo, come avrete diggià voi medesimo provato; laddove coll'applicazione di due conduttori metallici assai diversi, ed anche di un solo metallo interposto però a due conduttori non metallici molto pure diversi fra loro (che è un secondo mezzo da me scoperto poco meno efficace del primo [10]) non si manca mai di ottenere le convulsioni incomparabilmente più forti, e per assai più lungo tempo, e sì anche nelle rane intiere, o preparate per metà, cioè sviscerate soltanto. Son dunque ben poco efficaci tutti que' mezzi in cui non si adoprano gli eccitatori metallici, se è assolutamente necessario per ottener qualche cosa, che la rana sia preparata nella miglior maniera possibile, in guisa cioè che le gambe tengano al tronco per i soli nervi ischiatici, e preparata così di fresco, e piene le sue membra di vitalità; e se non sempre si ottengono le convulsioni neppure con tale perfetta preparazione, e le altre favorevoli circostanze, anzi solo rarissime volte nella maggior parte de' sopra descritti modi.

Più spesso è vero, e per più lungo tempo si ottengono nella maniera descritta per la prima, che è di ripiegare una delle gambe della rana, e addurla al contatto o de' detti nervi ischiatici, pe' quali restano esse gambe attaccate al tronco, o di una parte qualunque carnosa del tronco medesimo; non però sempre neppure nelle rane più vivaci, e ne' primi momenti dopo la dissezione, che sono i più favorevoli: non sempre, dico, si ottengono le convulsioni neppure adoperando in questa maniera: e se si osserveranno le circostanze, nelle quali suol succedere, e quelle in cui non succede mai, o quasi mai l'esperienza, si verranno facilmente a scoprire le condizioni richieste al riuscimento; e queste condizioni ci faran conoscere finalmente la causa vera di tali fenomeni, il principio generale da cui dipendono.

Queste condizioni sono dunque:

1° Che il corpo della rana trucidata, scorticata, e finita di preparare, non sia già deterso e netto, come sarebbe lavato nell'acqua, ma anzi sporco, imbrattato in parte almeno di sangue, o di altro umore più o men viscido e tegnente: la qual circostanza, delle membra cioè lorde di sangue si accenna di passaggio dall'istesso Dr. VALLI. In difetto giova intridere a bella posta quella parte della gamba, de' nervi, o del tronco, ove ha da succedere in appresso il combaciamento ossia mutuo contatto, con scialiva, come ha notato l'anzi-

Digitized by Google

detto autore, con acqua salata (*b*), con orina, con muco, con diversi succhi ecc., o meglio con sapone stemperato in poca acqua, o assai meglio ancora con liquori acidi od alcalini concentrati, come ho trovato io nel moltiplicare e variare in mille modi codeste sperienze, e come vi sarà facile di verificare.

2° Che il contatto de' nudi nervi ischiatici, e de' nudi muscoli del tronco si faccia, non da qualsivoglia parte della gamba, ma dal tendine in cui termina il muscolo grosso della gamba, ossia il gastrocnemio, il qual tendine o ligamento passando sopra l'articolazione del piede si prolunga fino alle dita [11], e compare scoperto per tutto quel tratto. È cosa veramente curiosa il vedere come adducendo al contatto de' muscoli dorsali anche intrisi di sangue o di altro umore viscido o salino, i muscoli delle coscie, niente di ordinario succede; e niente pure facendo a quelli combaciare l'istesso muscolo gastrocnemio al disopra della sua metà, cioè per tutta quella parte ch'esso si mostra puramente carnoso, e che all'incontro facendolo toccare al disotto, cioè per la parte in cui il muscolo medesimo degenera in sostanza tendinosa, e presenta una superficie bianchiccia di un lucido di perla, nascono le convulsioni. Convien dunque imprimere sopra i muscoli del tronco, o sopra i nervi ischiatici l'estremità di detto muscolo gastrocnemio, o l'articolazione del piede, o il resto ove compar fuori il gran tendine, cioè portare al detto combaciamento qualche punto di quel lungo tratto bianco, e non altrimenti, se ottener si vogliono le convulsioni: le quali neppure con ciò si ottengono sempre, anzi non mai, o quasi mai, se anche l'altra condizione non vi si ritrova, cioè dell'umor viscido o salino interposto.

In prova di che, se lavisi ben bene la rana preparata con acqua netta, non servirà più a nulla neppure il contatto fatto sopra i muscoli dorsali colle parti tendinose bianche della gamba. Che se pure succeda alcune volte di eccitare così delle convulsioni anche dopo tal lavatura, si può credere, che tuttor vi sia dell'umore eterogeneo aderente: infatti quando dopo aver lavata la

(*b*) Anche nelle sperienze oppostemi nell'operetta sopracitata *Dell'uso e dell'attività dell'Arco conduttore* ec., delle quali ho reso conto nella nota 4 della lettera 2ª, accenna l'Autore anonimo, che succede molto più facilmente di veder eccitate le convulsioni nell'atto che il picciol troncone di spina pendente dai nervi ischiatici si porta a toccare le nude coscie, ove siano state queste per qualche tempo in un bagno di acqua salata e se ne trovino inzuppate. Or dunque non mi attengo più alla spiegazione ch'ivi ho cercato di dare, ricorrendo cioè ad un'irritazione meccanica per via di urto o pressione qualsiasi, spiegazione di cui non mi trovava neppur allora soddisfatto pienamente, e colla quale non si può render ragione alcuna del come e perchè l'acqua salata ed altri liquori contribuiscano tanto alla riuscita di tali sperienze; ma riduco sì queste che le altre analoghe ad un'azione sopra il fluido elettrico che esercitino anche i conduttori non metallici, sebbene incomparabilmente più debole, in virtù del mutuo combaciamento, ove siano pure codesti conduttori ed eccitatori a paragon de' metalli imperfettissimi, tra loro diversi: come verrò spiegando.

Digitized by Google

rana una sol volta, e per poco tempo, mi è succeduto per accidente di poter ancora eccitarvi le convulsioni nel modo indicato, non le ottenni più dopo una seconda lavatura più accurata, in cui venni stropicciando bene le parti, massime il dorso, e i contorni delle ferite.

Vi vogliono dunque ambedue le condizioni, e dell'umore eterogeneo interposto, e dell'eterogeneità, dirò così, delle parti animali che si affacciano, che non siano cioè queste troppo simili, come muscolo e muscolo, massime d'eguale struttura e consistenza, ma differiscano anzi notabilmente; e la differenza che trovo più conducente è quella appunto tra tendine e muscolo o tra tendine e nervo (quella tra muscolo e nervo non lo è tanto); siccome la differenza, che fa meglio tra questi conduttori animali, e il terzo che dee trovarsi ad essi interposto nel venire al contatto, e compiersi il circolo, è che questo terzo corpo preso di mezzo sia un umore viscido o salino, o meglio sapone stemperato, o meglio ancora alcali reso appena liquido, come già ho indicato.

Or queste circostanze e condizioni richieste all'uopo di destare le convulsioni nelle rane puntualmente preparate senza l'intervento di alcun metallo, o conduttore della 1ª classe, bastano già a mostrare, che non procede dunque la corrente del fluido elettrico eccitatrice di tali convulsioni da alcuna scarica o mossa data al fluido dagli organi animali; giacchè per qual ragione succederebbe siffatta scarica soltanto portando al contatto dei muscoli del tronco, o dei nervi ischiatici le parti tendinose della gamba, e in niun modo facendovi toccare nella stessa foggia le parti muscolari ossia le carnose e molli dell'istessa gamba, o delle coscie, quando il circolo conduttore sarebbe in questo caso compito egualmente, ed egualmente atto, anzi meglio, per essere più corto, e per essere quelle parti appunto perchè più molli e succose, più deferenti che il duro tendine, e men umido? E per qual ragione ancora non succederebbe, facendosi il contatto immediato di qualsisia parte della gamba coi muscoli dorsali, senza l'interposizione di un terzo corpo deferente diverso dall'una e dall'altra sostanza animale, e diverso dall'umor acqueo, senza l'interposizione, dico, di un umor glutinoso e salino? E non dovrebbe anzi succedere assai meglio coll'applicazione immediata della gamba ai muscoli dorsali, che frapponendosi tal terzo corpo, il quale ben lungi dal rendere più facile e spiccia la via conduttrice già alquanto resistente per essere le istesse sostanze e umori animali deferenti non del tutto perfetti, non può che renderla vieppiù resistente, sendo esso pure che si trammezza un conduttore imperfetto? Or come dunque moltiplicando i conduttori imperfetti, formando l'arco di tre di questi invece di due, si faciliterebbe la supposta scarica e tragitto del fluido elettrico? Come anzi in questo modo solamente avrebbe luogo essa scarica e tragitto, tale almeno da convellere la rana, e non nell'altro modo, del contatto cioè immediato della gamba, che pur dovrebbe essere più adatto?

Se ciò, come vedesi, è un paradosso inesplicabile stando alle idee che ab-

Digitized by Google

biamo delle cariche elettriche, e de' conduttori considerati semplicemente come tali, ossia come corpi permeabili al fluido elettrico, e non altro; se, dico, non possono conciliarsi in alcun modo con queste idee, anzi si contraddicono manifestamente gli enunciati fenomeni, convien dunque ricorrere ad altri principj, e abbandonata tal supposizione di carica o sbilancio qualsiasi di fluido elettrico ne' nervi e muscoli della nostra rana preparata, considerare i conduttori, di cui si tratta, sotto un altro aspetto, riguardarli cioè al dippiù come *eccitatori* o *motori*, val a dire dotati della maravigliosa virtù di concitare il fluido elettrico, impellerlo, smuoverlo, tosto che vengano al contatto, e si combacino alcuni tra di loro di diversa specie, come appunto nelle sperienze testè descritte. Volgete e rivolgete la cosa in tutti gli aspetti, quest'è l'unica maniera di spiegare tali sperienze, ed infinite altre, che si riducono al medesimo principio, come farò vedere.

Ma che? saranno anche i conduttori non metallici, i conduttori liquidi, o contenenti in qualsisia modo umore, che chiamo conduttori di 2ª classe, saranno anch'essi combinati fra loro soli, *eccitatori*, come lo sono i metalli conduttori di 1ª classe combinati assieme a quelli di 2ª? Godranno anche tali conduttori di 2ª classe dell'istessa virtù? Sì certo; ma in grado molto inferiore, cedendo per tal riguardo ai conduttori metallici, come cedono loro anche rispetto a tal facoltà conduttrice. Io ebbi queste idee fin dal principio, e le spiegai ad alcuni amici e corrispondenti, fra' quali al sig. Abate TOMMASELLI di Verona, e al Dr. VAN MARUM celebre Fisico Olandese in alcune lettere scritte nell'estate del 1792; dall'una o dall'altra delle quali vi ricopierò qualche squarcio a pie' di pagina, acciò vediate s'io non inclinava a credere, e tenea quasi per fermo, che anche nel combaciamento de' conduttori umidi, ossia di 2ª classe, sol che fosser diversi fra loro, veniva dato impulso al fluido elettrico, non altrimenti che nel combaciamento de' metalli, o conduttori di 1ª classe coi detti umidi (*c*). Senza abbandonare del tutto tali idee mi spiegai in seguito qualche

(*c*) Nella lettera all'Ab. TOMMASELLI io mi spiegava ne' seguenti termini: « Son dunque « i metalli non solo conduttori perfetti, ma *motori* dell'elettricità; non solo prestano essi la « via facilissima al passaggio del fluido elettrico, che trovandosi già sbilanciato tenda a por- « tarsi dal luogo in cui sovrabbonda a quello che rispettivamente ne scarseggia; ma van pro- « ducendo essi stessi e promovendo un tal quale sbilancio, con estrarre di esso fluido od in- « trodurne dove pur trovasi in giusta dose ripartito; e ciò col solo stare applicati a qualsiasi « altro conduttore, non altrimenti che avviene collo stropicciamento degli idioelettrici; e « siccome tal metallo prevale sopra tal altro nel tirare il fluido o nel rilasciarlo; così avviene « che due armature di diverso metallo, applicate come si è detto, se comunichino fra loro lo « mettano in un perpetuo giro... Ella è questa una nuova virtù de' metalli da nessuno ancora « sospettata, che le mie sperienze mi hanno condotto ad iscoprire ». Or fate attenzione a quello, che immediatamente soggiungo: « Nè però io penso, che sia essa propria soltanto de' metalli, « ma bene di *tutti i conduttori;* e tengo debba stabilirsi per legge generale, che il semplice con-

Digitized by Google

volta diversamente, non tanto perchè credessi che nulla realmente fosse l'azione sul fluido elettrico de' conduttori di 2ª classe combaciantisi fra loro, comunque diversi, e che in niun modo godessero della virtù eccitatrice; quanto perchè stimai sì meschina tal loro virtù ed azione, sì picciola e languida la corrente elettrica che si potrebbe con essi soli indurre, da non riuscir valevole ad eccitare le contrazioni nella rana neppure la più vivace e meglio preparata. Non debbonsi dunque intendere a rigore alcune espressioni, e come dove nella 2ª delle lettere scrittevi l'anno scorso ho avanzato: « che l'arco conduttore for-« mato da una o più persone, da cuoi, panni, cartoni, o corpi bagnati quali essi « sieno, da deferenti insomma non metallici, nulla più essendo atto a prestare « che l'officio appunto di conduttore, non può determinare alcuna corrente « di esso fluido, che invada i nervi e muscoli dell'animale, e ne gli irriti e scuota ». Non debbe dico intendersi quello che ivi si avanza a tutto rigore, cioè che nulla affatto sia l'azione nel mutuo combaciamento di tali conduttori di 2ª classe anche i più diversi; ma bene esser quella un'azione così da poco, che può quasi aversi per nulla. Che se pure volli dire che fosse nulla del tutto, e pensai un momento così; troppo m'allontanai, come si vede, dalle idee che ebbi per lungo tempo; e alle quali fui tosto richiamato dalle sperienze qui innanzi descritte del VALLI, ed altre di questo genere da me intraprese: nè picciola fu la compiacenza in vedere così verificate le antiche mie congetture, colle quali generalizzando il principio, che pel semplice combaciamento di conduttori diversi si toglie dal riposo il fluido elettrico, si concita e smuove, non altrimenti che per la confricazione, tantochè se il circolo conduttore è compito si determina ad una corrente continua, io attribuiva qualche poco di cotesta virtù eccitatrice anche ai conduttori non metallici, qualunque fossero, purchè s'incontrassero dissimili nel combaciamento. Dico *qualche poco* di virtù, avendola sempre creduta, e credendola tuttora di molto inferiore a quella che manifestasi nel combaciamento di uno di tai conduttori non metallici, o di 2ª classe, con due metallici, o di 1ª classe fra loro pure diversi.

« tatto o combaciamento di conduttori di diversa superficie, e di qualità soprattutto diversa, « basta a turbare in qualche modo l'equilibrio del fluido elettrico, e a smuoverlo, senza cioè « che siavi bisogno di stropicciamento alcuno: il quale stropicciamento, siccome pure il per-« cuotere, ed anche il sol premere, non per altro riescono tanto più efficaci, che perchè dan « luogo a miglior combaciamento delle superficie, adducendo un più gran numero di punti « a un più perfetto contatto ».

Ciò che qui viene da ultimo semplicemente indicato riguardo all'essere verosimilmente l'istesso principio, l'istessa virtù cioè che si dispiega pel combaciamento di corpi diversi, la causa tanto dell'elettricità conosciuta, che s'induce a forza di stropicciare un contro l'altro due idioelettrici, od un idioelettrico e un conduttore, quanto di quella ultimamente scopertasi e meno apparente, mossa da' semplici contatti di soli conduttori, l'ho poi spiegato con qualche maggiore ampiezza nella lunga lettera al Dr. VAN MARUM, e cercherò di porlo vieppiù in chiaro un'altra volta.

Digitized by Google

Ad ogni modo non può più dirsi essere tanto debole, che l'effetto ne sia sempre insensibile, conforme stimai in addietro, ora che impariamo da nuove sperienze, come in alcuni casi, nelle circostanze cioè e condizioni sopra spiegate, si eccita tal corrente elettrica, che giunge a destare delle convulsioni in una rana perfettamente e di fresco preparata: a produrre il qual effetto per altro ci vuole pochissimo, un nulla quasi; come si può provare colle scariche elettriche comuni, segnatamente delle boccie di Leyden, bastando le più deboli, incapaci non che a dar la menoma scintilla, ma a movere alcun poco il più delicato elettrometro [12], quello di BENNET a listerelle di foglia d'oro da voi perfezionato.

Ci vuole ancor poco assai, sebben ci voglia quattro o cinque volte dippiù, a scuotere la rana non del tutto preparata, ma scorticata e sventrata in guisa che compaiano i nervi ischiatici, senza però recidere le parti di dietro su cui riposano; tanto poco ci vuole, che basta ancora per eccitare le convulsioni in cotesta rana, che diremo mezza preparata, la carica di una boccia che non move, o move appena un elettrometro sensibilissimo [13]; e similmente basta la corrente elettrica eccitata e indotta dal semplice accozzamento di tre conduttori diversi, de' quali uno o due siano metallici, ossia di 1ª classe; ove cioè od un conduttore umido, un conduttore di 2ª classe trovisi interposto a due di 1ª molto diversi tra loro; od al rovescio uno di 1ª classe trovisi frapposto a due di 2ª molto pure diversi, (intorno alla quale seconda maniera, accennata qui soltanto, mi riservo a trattenervi un'altra volta più a lungo).

Dico *molto diversi*, perchè, se qualunque anche picciola diversità, sia dei due conduttori di 1ª classe, sia dei due di 2ª, interpolati rispettivamente da uno dell'altra classe, può in alcune circostanze bastare all'uopo; se quella debolissima corrente di fluido elettrico, che s'induce in virtù di siffatti accozzamenti può eccitare le convulsioni nelle gambe della rana compitamente preparata, in guisa cioè che pe' soli nervi crurali debba passare tutta ristretta tal corrente; non è già valevole ad eccitarle nella rana sol mezzo preparata, in cui minor parte di essa corrente passa pe' detti nervi, più larga via presentandole le annesse parti, egualmente, se non più ancora, umide e deferenti: conviene quindi in tal caso per ottenere l'effetto, che sia non così debole e meschina la corrente elettrica, ma alquanto più copiosa o più forte (sebbene non ancor tanto da darne segno i comuni elettrometri anche più sensibili), quale si eccita soltanto ove o i due conduttori di 1ª classe interpolati da uno di 2ª, o i due di 2ª interpolati da uno di 1ª, come si è indicato, siano un dall'altro *assai diversi*.

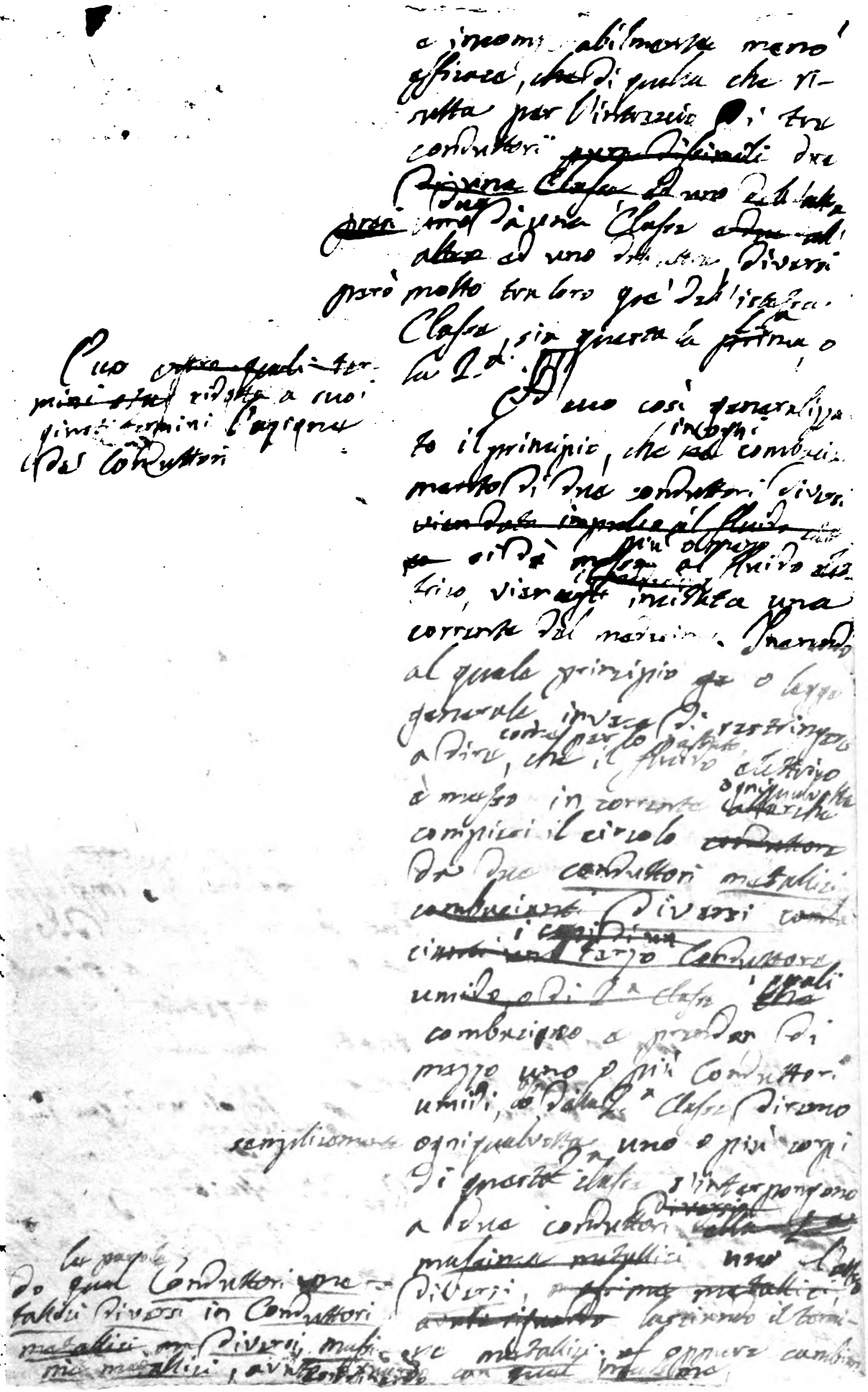
Ma coll'accozzamento di tre conduttori tutti della 2ª classe, o conduttori umidi, escluso cioè dal circolo ogni metallo, miniera, pirite, carbone, ogni conduttore insomma di 1ª classe, con quei soli di 2ª quanto si voglia diversi, intrecciati e applicati in qualunque modo, non ho potuto mai ottenere la più piccola convulsione o sbattimento nella rana preparata soltanto a metà;

Digitized by Google

molto meno è possibile ottenerle in una rana, che non sia neppure sventrata (nel qual caso vi vuole una forza elettrica otto o dieci volte ancora maggiore, come ho trovato colle scariche de' conduttori della macchina, delle boccie ecc. [14]), molto meno in un membro, o muscolo staccato dalla medesima, o da altro animale, se tal membro o muscolo non è preparato in maniera, che il nervo inserviente al moto sia snudato, e ne penda fuori tutto libero intorno, ecc.; laddove le ottengo facilmente in cotali membri e muscoli spogliati appena degli integumenti, senza cioè scoprire e mettere a nudo alcun nervo, e fino nelle rane, anguille, ecc., intiere e intatte, ottengo, dico, delle forti contrazioni muscolari, e moto violento de' membri impiegando due metalli molto diversi [15], e. g. argento e piombo, o meglio argento e foglio stagnato, o meglio ancora argento e zinco, ed applicandoli o immediatamente uno ad una parte, l'altro all'altra di quel tal'animale, di quel tal membro o muscolo, o coll'interposizione d'altri conduttori umidi ossia di 2ª classe; ed anche con un solo metallo o conduttore di 1ª classe ottengo gli stessi moti, segnatamente col zinco interponendolo a due conduttori di 2ª classe molto diversi, come all'acqua da una parte o ad un corpo qualunque imbevuto d'umor acquoso, e dall'altra a un forte liquor acido od alcalino. Ma di quest'ultima maniera, in cui interviene un solo conduttore di 1ª classe, ho già detto che mi riservo a parlare più lungamente un'altra volta. Qui consideriamo le combinazioni, in cui non ne entra nessuno di detta 1ª classe nel circolo de' conduttori, e conchiudiamo dal fin qui detto, che se l'azione sul fluido elettrico nell'accozzamento di tre tutti della 2ª classe, comunque diversi tra loro, non può dirsi che sia sempre senza effetto sensibile, è però debolissima, e incomparabilmente meno efficace di quella che risulta per l'intreccio di due di una classe, ed uno dell'altra diversi molto tra loro.

Ed ecco così generalizzato il principio, che in ogni combaciamento di conduttori diversi nasce un'azione, che dà mossa più o meno al fluido elettrico, tantochè ove compiasi il circolo da tre appunto quali essi sieno, purchè diversi, una qualche corrente, o mediocre, o debole, o debolissima di esso fluido viene sempre incitata. Inerendo al quale principio, o legge generale da me scoperta, e che tutto concorre a stabilire, invece di restringerci a dire, come per lo passato, che il fluido elettrico è messo in corrente ogniqualvolta due conduttori metallici diversi comunicando fra loro o immediatamente o per altri metalli, combaciano e prendon di mezzo uno o più conduttori umidi, ossia della 2ª classe, continui; diremo semplicemente e in generale: ogniqualvolta uno o più conduttori continui di questa 2ª classe s'interpongono a due diversi e tra loro, e col corpo che combaciano; lasciando fuori il termine *metallici*, che pone una certa limitazione non troppo giusta, oppure cambiando le parole *conduttori metallici diversi* in *conduttori diversi*, *massime metallici*, o di 1ª classe; col quale *massime* e si conserva la prerogativa, che fin nelle prime Memorie ho attribuita

Digitized by Google



Brano di minuta della lettera terza all'Ab. Vassalli (*da* Cart. Volt. I. 14).

Digitized by Google

UNIV. OF
CALIFORNIA

Digitized by Google

a tali conduttori di 1ª classe, di essere cioè eccitatori, o motori che dir si voglia, per eccellenza; e l'istessa virtù in grado molto inferiore si concede pur anche a quelli di 2ª classe, come fu già mio pensiero, e come viene finalmente dimostrato, che la possiedono diffatti, ma appunto debole assai, dalle sperienze sopra addotte; intorno alle quali mi propongo di trattenervi ancora in un'altra lettera [16], che seguirà dappresso la presente.

Scrivo da Como, e nell'ozio delle vacanze, che stanno per terminare; onde difficilmente potrò spedire l'altra lettera prima di restituirmi a Pavia, che sarà verso S. Martino. Aspetto con desiderio sue righe, che mi spieghino il sentimento suo sopra la materia in questione, e mi diano altre nuove letterarie, e in particolare delle sue studiose ricerche.

Io ho continuato ad occuparmi molto intorno ai vapori elastici, e sono stato condotto ad alcuni bei ritrovati consentanei molto alla teoria di De Luc: p. e. che la quantità del vapore è la stessa in uno spazio vuoto o pieno d'aria, rara o densa, e dipende unicamente dal grado di calore; onde cade affatto la teoria della dissoluzione de' vapori nell'aria; che la forza del vapore, ossia la pressione che esso equilibra, cresce in una progressione geometrica crescendo il calore in una progressione aritmetica: che tal progressione geometrica è come 1, 2, 4 ecc. crescendo il calore di 16 in 16 gradi circa; cosicchè essendo la pressione del vapor acqueo eguale a 13 pollici di mercurio alla temperatura di 64 gradi Reaumur, divenendo eguale a 28 pollici a gr. 80, cioè crescendo di 15 poll., cresce poi di 30 poll. e arriva a 58 alla temperatura di 96 gradi ecc.: che questa stessa progressione in ragion dupla di 16 in 16 gradi ha luogo come pel vapor acqueo, così per ogni altro vapore elastico, dello sp. di vino, dell'etere ecc. la differenza stando solo nel grado di calore richiesto a produrre il vapore di tal densità e forza elastica, che equilibri una data pressione, p. e. quella di 28 poll. di mercurio (giugnendo al qual termine circa bolle il liquido ne' vasi aperti, come si sa). Or dunque essendo la temperatura richiesta all'indicata forza del vapore, 80 gradi per quello dell'acqua, 65 per quello dell'alcool, e 31 per quello dell'etere vitriolico, diminuirà egualmente in tutti essa forza o pressione di poll. 15, e ridurrassi quindi a 13, ove scemi la rispettiva temperatura di 16 gr., cioè riducasi a 64 gr. il vapor acqueo, a 49 quello dell'alcool, a 15 quello dell'etere; e similmente crescerà in tutti di 30 poll., arrivando a 58, se invece s'innalzi la rispettiva temperatura di 16 gr. portandola pel vapor acqueo a 96, per quello dell'alcool a 81, per quello dell'etere a 47 ecc. Per tali sperienze sopra i vapori ho immaginati e costrutti varj apparati, che meritano d'essere descritti; e lo farò pubblicando alcune Memorie su questa materia bellissima e importantissima, che ho già abbozzato, ma che non so quando potrò terminare.

Sono colla maggior stima

Digitized by Google

NOTE DELLA COMMISSIONE

ED AGGIUNTE TRATTE DAI MANOSCRITTI DI A. VOLTA

[1] *In Cart. Volt. J* 32 *a questo punto ha la seguente nota:*

Passano due anni, che mi sono spiegato decisamente su di ciò, rifondendo tutta l'azione ne' conduttori metallici diversi posti a combaciamento di altro od altri conduttori non metallici, della Classe cioè de' Conduttori, che ho chiamato *conduttori umidi*, perchè o fluidi, o totalmente contenenti qualche umore, fra i quali i corpi animali, e tutte le loro parti fresche e succose. Da quel tempo mi sono sempre più confermato in tal opinione di un'elettricità mossa estrinsecamente: il che ho mostrato in più maniere, ed è pur evidente in moltissimi casi, nella massima parte cioè delle sperienze di questo genere. Che se in qualche altro caso, e sperienza può sembrare che gli organi animali, anzi chè i conduttori applicati siano i moventi del fluido elettrico, che in quelli esista veramente una carica o sbilancio di esso fluido, e che questi facciano semplicemente l'officio di scaricatori, se, dico, può sembrare talvolta che i moti muscolari, le convulsioni eccitate procedano da una vera e propria elettricità animale; non dobbiam così facilmente lasciarci sedurre da simili apparenze; e ammettere, così per poco quest'altro principio dell'elettricità propria e attiva degli organi; quando v'è maniera di spiegare anche queste poche sperienze col solo principio che spiega tutte le altre, dell'azione cioè de' conduttori diversi applicati al mutuo combaciamento: principio stabilito già, e dimostrato da me con tante prove. Potendosi spiegare così, non dirò già la maggior parte delle sperienze, ma tutte affatto, l'altro principio o causa supposta diviene superflua; e quindi sommamente improbabile, e tanto più inammissibile, quanto [1'] che nell'applicazione di tal principio e di qualunque teoria fabbricatavi sopra alle particolari sperienze, incontransi moltissime difficoltà, e anomalie inesplicabili, quali certo non s'incontrano nell'applicazione del principio da me stabilito, trovando tutte le sperienze, anche quelle.... [1'] ..... una facile e chiara spiegazione, come si vedrà.

[1'] *Così nel Manoscritto.*

Digitized by Google

[²] *In Br. Ann., T. XI. pag.* 85 *e Ant. Coll., T. II, P. I, pag.* 230, *si legge la nota seguente:*

Non vi è dubbio che il fluido messo in moto in tali sperienze non sia il vero e genuino fluido elettrico, lo stesso cioè che si sbilancia, si accumula, si scarica ec. nelle sperienze dell'elettricità comune; e non so come si siano immaginato alcuni esser quello un altro fluido, o affatto diverso, o analogo soltanto al fluido elettrico, ma non identico; un fluido animale specifico, d'indole in certo modo elettrica, oppur anche il vero fluido elettrico, ma diversamente modificato, spogliato più o meno delle sue native proprietà e doti, e rivestito di altre, *animalizzato* in certo qual modo, cui han dato nome di fluido *elettrico-animale*. Vane idee, precarie e inutili supposizioni! Che serve involger le cose in una nube di termini e di idee vaghe e confuse, da cui in vece di rischiararsi si oscurano vieppiù? Riteniamo il fluido elettrico qual è, e attribuiamo pure con sicurezza ad esso gli effetti, di cui si tratta. Sì: egli è il fluido elettrico comune e genuino, che messo in corrente per un'azione (mirabile in vero e nuovamente scoperta) de' conduttori eterogenei applicati a mutuo combaciamento, stimola i nervi, cui invade e attraversa, ed eccita per mezzo di essi le contrazioni de' muscoli dipendenti; non altrimenti che quando vengono gli stessi nervi percorsi dal fluido elettrico lanciato dai conduttori della macchina ordinaria, da boccie di Leyden cariche, ec.. Gli effetti sopra i detti nervi e muscoli sono nell'una e nell'altra maniera similissimi: ed è già questo un grande argomento onde presumere la somiglianza della causa. Osservando poi che sono gli stessi i coibenti, i buoni, e i cattivi deferenti, tanto dell'elettricità comune, quanto del fluido messo in corrente nelle sperienze in questione, qual dubbio può restar più che sia questo lo stesso stessissimo fluido elettrico?

Le obbiezioni tratte dal non osservarsi nè scintilla, nè alcun altro de' consueti segni elettrici, non sono di alcun peso. Questi non si osservano neppure nelle scariche dei conduttori elettrizzati debolissimamente, e delle boccie di Leyden pochissimo caricate, tanto cioè che non arrivano a $\frac{1}{4}$ o a $\frac{1}{10}$ di grado del più sensibile Elettrometro a boccetta; eppure sono scariche di vero fluido elettrico, che realmente passa e trascorre pe' conduttori, che da un capo all'altro lo trasmettono; fra i quali se trovinsi compresi i nervi sensibilissimi di un animale, e disposti in guisa, che tutta o gran parte della corrente debba passare ristretta per essi, può questa, ancorchè debole a tal segno, eccitarli sensibilmente, e cagionare il sapore nella lingua, il lampo nell'occhio, e soprattutto le contrazioni nei muscoli dipendenti; come ho mostrato con varie sperienze, applicando appunto l'elettricità artificiale comune. Questa prodigiosa eccitabilità de' nervi allo stimolo elettrico, specialmente di quegli inservienti a' moti volontarj, fa che la rana preparata alla maniera di GALVANI ci presenti una specie di *Elettroscopio vivente*, che supera di molto in sensibilità i più fini Elettrometri a fogliette d'oro, ec.. Or dunque basta supporre che la

Digitized by Google

corrente elettrica, mossa dai semplici combaciamenti de' conduttori fra loro diversi, è anch'essa molto debole (supposizione naturalissima), debole cioè quanto quella prodotta dall'anzidetta scarica della boccia di Leyden, che appena può dirsi carica, per intendere come similmente valga soltanto ad eccitare sensazioni e moti muscolari ne' divisati *Elettroscopj viventi* oltremodo sensibili, e non giunga mai a dare nè scintilla, nè altro degli ordinarj segni elettrici.

[3] *In Br. Ann., T. XI, pag. 90, e in Cart. Volt. L 15 (in due minute successive) trovasi la seguente nota che è un'amplificazione di quella precedentemente riportata da J 32 alla nota* [1]:

Da quel tempo mi sono sempre più confermato in tal opinione di un'elettricità propriamente artificiale, voglio dire mossa da causa estrinseca: il che ho mostrato in più maniere, singolarmente colle sperienze del sapore, che ho scoperto eccitarsi sulla lingua coll'artificio de' metalli; e questo sapore acido od alcalino, secondo che dei due metalli, argento e. g. e zinco, ch'entrano con essa lingua nel circolo conduttore, questo o quello è rivolto contro il di lei apice. Ma che più? L'azione de' conduttori in virtù del semplice loro combaciamento, quando sieno diversi di specie, tal azione che determina una corrente elettrica in giro (seppure il circolo conduttore sia compito), è manifesta, e si tocca con mano nella massima parte delle sperienze, di cui si tratta; in quelle singolarmente in cui il combaciamento coi conduttori umidi, o di 2ª classe si fa alle opposte parti da due metalli, ossia conduttore di 1ª classe, molto diversi uno dall'altro, come argento od oro da una parte, ferro, o meglio piombo o stagno, o assai meglio ancora, zinco dall'altra: nei quali incontri ho io ben anche scoperto qual è la direzione della corrente elettrica da tali combaciamenti eccitata, cioè dallo stagno o zinco per la via del conduttore o conduttori umidi interposti all'oro, o all'argento; e in generale sempre dal metallo superiore all'inferiore attraversando detti conduttori umidi o di 2ª classe; e con forza tanto maggiore, quanto più distano fra loro i due metalli o corpi di 1ª classe; nell'ordine in cui sono posti nella seguente colonna o scala, che dietro a queste sperienze io avea già sbozzata al principio del 1793 (Vegg. le due lettere precedenti e le altre mie Memorie e lettere dirette a diversi, e pubblicate ne' Giornali), e che differisce poco da quell'altra scala o serie, che ci ha data il Dr. PFAFF anch'esso nel 1793, ristretta per allora a pochi metalli, indi più estesa, compresivi cioè varj semimetalli, piriti e miniere, verso la fine del 1794 (Vegg. *Journal der Physik* di GREN, Vol. VIII, a. 1794).

Digitized by Google

TAVOLA.

De' conduttori della prima Classe, che posseggono un diverso potere di spingere il fluido elettrico e cacciarlo avanti ne' conduttori umidi, ossia di seconda Classe.

Zinco.
.....
.....
.....
Alcuni di que' fogli stagnati, che si chiamano impropriamente *carta d'argento.*
..... } Stagnole diverse
.....
Piombo.
Alcune qualità di Stagno in lastre, o in verghe.
Regolo d'Antimonio.
Altre qualità di stagno.
Alcune qualità di Ferro.
Regolo di Bismuto.
Altre qualità di Ferro.
Bronzi varj.
Ottone, Oricalco, ec.
Rame.
Regolo di Cobalto.
Ferro piritoso non cristallizzato.
Galena tessulare, ossia pirite di piombo.
Platina.
.....
Mercurio [2'].
Pirite di Ferro cubica.
Pirite arsenicale cristallizzata.
Oro.
Argento.
Miniera di Manganese grigia radiata.
Rame piritoso.
Piombaggine.
Alcuni pezzi di Carbone di legna.

[2'] *Nella II Lettera all'Aldini il V. nota essere incorso in errore dovendosi il Mercurio porre vicino al Piombo ed allo Stagno. V. N° XX (B) di questo Volume.*

Digitized by Google

Riguardo a questa tavola conviene ch'io faccia osservare due cose. La prima, che le linee punteggiate interposte ad alcuni dei nominati corpi dinotano altrettanti gradi di distanza, ossia di differenza in ordine alla virtù, di cui si tratta. All'incontro dove si succedono immediatamente i corpi specificati, la differenza è di un grado solamente, ossia picciola; anzi talvolta così picciola, che dalle sperienze da me fatte a questo oggetto mi rimane ancora qualche dubbio, se sian posti tutti giustamente nel luogo, che loro compete, e qualcheduno non debba confondersi affatto, o scambiarsi col vicino: dipendendo fors'anche da circostanze accidentali, che di due collocati immediatamente vicini nella tavola, ora il superiore prevalga all'inferiore, or l'inferiore al superiore, secondo che si variano le sperienze. Se però la differenza è poco marcata, talora incerta, e forse anche variabile tra due corpi vicinissimi, ossia distanti di un sol grado nella quì esposta tavola (la quale vorrebbe essere con ulteriori sperienze rettificata ed estesa ancora), ella è marcatissima, nè soggiace ad incertezza od equivoco tra quelli, che distano di molti gradi, come l'argento dal ferro, e questo dai fogli stagnati o dallo zinco; e notabile sì anche, nè punto equivoca, ove la distanza notata dalla Tavola giunga a 3, 4 o più gradi, come tra il regolo di Antimonio e quello di Bismuto; tra il Ferro e il Rame; la Platina e l'Argento ec.

La seconda cosa che merita osservazione si è, che non i soli metalli, ma molte miniere, e le piriti singolarmente, ancorchè contengano assai più solfo, il quale è pur materia coibente, che sostanza metallica; riescono non ostante conduttori e motori tanto buoni presso a poco quanto i metalli puri: all'opposto altre miniere ricche, e alcune ricchissime di metallo, ma calciforme, ossia *ossidato*, si mostrano assai cattivi conduttori. È osservabile ancora, che le anzidette piriti, o *solfuri metallici*, godendo in un colla virtù conduttrice quasi all'istesso grado dei metalli (come dicemmo) anche della facoltà motrice, tengono in ordine a questa dei posti vicini all'argento e all'oro: ai quali pure stanno vicini, cioè uno o due gradi sotto, la piombaggine e il carbone. Tutti questi corpi però io li pongo in una sol classe, che chiamo de' *Conduttori metallici*, o 1ª classe.

Or dunque, ritornando al proposito, ogni qualvolta due di tai conduttori e insiem motori di 1ª classe, diversi di specie, combaciando un di quà l'altro di là de' conduttori umidi o di 2ª classe continui, comunicano anche fra loro, o immediatamente, o per mezzo d'altri anch'essi di 1ª classe, e compiesi così il circolo; ogniqualvolta, dico, han luogo queste condizioni, il fluido elettrico viene smosso e tratto in giro nella direzione, che va da quello di detta 1ª classe, che è superiore nella disegnata tavola, all'altro inferiore, attraversando il conduttore, o conduttori di 2ª classe interposti, rifluendo indi in quel primo, e proseguendo una tal circolazione, finchè non s'interrompe il circolo in alcun luogo: la qual corrente è tanto più forte, quanto i due conduttori di 1ª classe

Digitized by Google

sono più diversi, ossia distano più gradi un dall'altro nella tavola o scala sovraesposta. Tuttociò ho io dimostrato con tali e tante sperienze, che non lasciano più alcun dubbio. Debbe dunque ammettersi che in moltissimi casi ove compiesi un circolo o catena di conduttori diversi di specie, anzi in tutti i casi, in cui intervengono nel modo suaccennato due della 1ª classe appunto diversi, eccitasi in virtù de' loro combaciamenti co' conduttori di 2ª classe interposti, una corrente elettrica; la direzione e la forza della quale viene determinata da quella delle due azioni, che si dispiegano ne' detti respettivi combaciamenti, che prevale. Or se in qualche altro caso e sperienza, in cui o non s'adoprino conduttori metallici, o metalli simili, può sembrare che gli organi animali, anzichè i conduttori applicati, siano i moventi del fluido elettrico; che in quegli esista veramente una carica o sbilancio di esso fluido, e che questi facciano semplicemente l'officio di scaricatori; se, dico, può sembrare talvolta che le convulsioni muscolari procedano da una vera e propria elettricità animale, quale se la figurano i Galvaniani; non dobbiamo così facilmente lasciarci sedurre da simili apparenze, e ammettere così per poco quest'altro principio dell'elettricità propria ed attiva degli organi, quando vi sia pur maniera di spiegare anche codeste poche sperienze col solo principio, che spiega tutte le altre, dell'azione cioè de' conduttori diversi applicati a mutuo combaciamento: principio già stabilito e dimostrato con tante altre prove. Se pertanto io farò vedere, che possono diffatti spiegarsi così, non che la maggior parte delle sperienze, ma tutte affatto; l'altro principio della supposta elettricità propria e attiva degli organi diverrà superfluo, e quindi sommamente improbabile. Dessa poi è tanto più inammissibile, quantochè nell'applicazione di tal principio, e di qualunque teoria fabbricatavi sopra, alle particolari esperienze, incontransi ad ogni passo nuove difficoltà e anomalie inesplicabili, come han dovuto già provare i sostenitori suoi, obbligati ad immaginare ogni sorta di ripieghi, e a moltiplicare ipotesi, per dare una tal quale spiegazione, e conciliare in qualche maniera tanti fenomeni disparati e ripugnanti; i quali all'incontro non sono più tali, nè presentano anomalie, tostochè si riducano al principio da me stabilito, in cui trovano una facile e chiara spiegazione, come si vedrà.

[4] *In Br. Ann., T. XI, pag.* 96 *e Cart. Volt. L* 15 *trovasi la seguente nota:*

Così ho avanzato con troppa franchezza nella 2ª delle Lettere scritte l'anno scorso « Che fuori dei metalli, delle miniere, e del carbone di legna, il quale per « la virtù di cui si tratta, non meno che per quella di esser eccellente conduttore, « va posto in compagnia de' metalli, niun'altro conduttore è atto, applicandolo « in qualità di armatura, a produrre nè il sapor elettrico sulla lingua, nè la cor- « ruscazione nell'occhio, nè il bruciore, nè movimento alcuno ne' muscoli della « rana la più vivace, e meglio preparata ». Tuttociò va bene, a riserva dell'ul-

Digitized by Google

tima riga, in cui ho oltrepassato il vero dicendo, che non si possano in alcun modo eccitare, senza l'intervento dei conduttori metallici o di 1ª classe, i moti convulsivi de' muscoli nelle rane comunque vivaci e preparate nella miglior maniera. Ho dunque detto troppo in quello, e in altri passi; come dove torno a dichiarare: « Che nulla mai e poi mai può ottenersi senza di quelli (i condut- « tori metallici), cioè coi soli deferenti umidi, nelle rane anche più vivaci e « meglio preparate »; e dove replico ancora infine dell'ultima nota « Che non « succedono mai le convulsioni facendo comunicare i nervi della rana co' suoi « muscoli mediante arco conduttore, che non sia metallico ». Or si vedrà come debbano tali espressioni correggersi o modificarsi.

[5] *In Br. Ann., T. XI, pag.* 99 *trovasi la seguente nota:*

Nella preparazione della rana alla maniera di GALVANI si pratica comunemente di lasciar attaccato ai nervi ischiatici soltanto un pezzetto di spina dorsale, cioè tre o quattro vertebre al più: ma io soglio lasciar tutto il tronco colle zampe davanti, recisa unicamente la testa; e ciò mi è di vantaggio e di comodo in molte sperienze. Truovo del resto spediente di finir di trucidare la rana col passarle uno stecco tutt'al lungo della spinal midolla: con che convellendosi furiosamente, e stendendo ella le gambe posteriori, in pochi istanti e dopo brevi palpitazioni muore affatto; cioè si rilasciano le sue membra e diventano naturalmente immobili, restando solo eccitabili per lungo tempo ancora agli stimoli meccanici, e molto più agli elettrici. In tale stato i moti che vi si destano cogli artifizj dei conduttori ec., non possono essere equivoci, o confondersi con i moti volontarj; come allorchè la rana, per averle conservata illesa la midolla spinale, vive ancora, tuttochè decapitata; o almeno tiene ripiegate e attratte le gambe, e fa resistenza a chi gliele stenda, le ritira di nuovo con forza, spesso le vibra calcitrando ec.

[6] *In Br. Ann., T. XI, pag.* 100 *trovasi in più:* « Modena 1794 ».

[7] *In Br. Ann., T. XI, pag.* 101 *e in Cart. Volt. L* 15 *si trova la seguente nota:*

Ecco ciò ch'io scrivea in una lettera all'Ab. TOMMASELLI di Verona in agosto del 1792 [7']: « Ho ottenuto molti nuovi fenomeni; tali però, che estendendo « apparentemente gli effetti di siffatta elettricità animale, ne ristringono assai « l'influenza, e distruggono in gran parte le spiegazioni del Dott. GALVANI, « e mostrano qualmente i moti muscolari, che si eccitano coll'artificio delle « armature metalliche, sono d'ordinario effetti d'un'elettricità appunto arti- « ficiale estrinseca: non sempre però, come si potrebbe essere tentato di cre- « dere; giacchè ho pur dimostrato,.... che anche per sola forza organica viene « squilibrato e mosso il fluido elettrico tra nervi e muscoli, o tra l'interno e

[7'] *Vedi N° VII di questo Volume.*

Digitized by Google

« l'esterno di questi; onde sussiste ferma e stabile la grande scoperta di GAL-
« VANI di una vera e propria *elettricità animale*, comunque debbasi a più pochi
« fenomeni limitare ». E poco dopo: « Ma lasciando le spiegazioni, e conside-
« rando il puro fatto del trasporto di fluido elettrico dall'una all'altra parte
« dell'animale occasionato da due armature di diverso metallo applicatevi,
« torno a dire, che quando siffatta circostanza è necessaria, cioè che siano ap-
« punto armature diverse, perchè eccitinsi i moti muscolari, di maniera che,
« ove siano quelle eguali, questi moti più non succedano; non può dirsi a ra-
« gione che ivi giuochi alcuna vera *elettricità animale*, potendosi o dovendosi
« quegli effetti attribuire propriamente ad *elettricità artificiale*, eccitata di pre-
« sente col nuovo indicato mezzo.

« Ma in caso diverso, cioè quando snudato ed isolato il nervo alla maniera
« del Dott. GALVANI, si tocca sì questo, che il muscolo in cui s'impianta, con due
« capi del medesimo metallo, oppure armati essendo tanto il muscolo, quanto
« il nervo coll'istesso metallo, e nella stessa stessissima foggia, si eccitano
« nulladimeno le convulsioni; oh! allora sì, che possiamo con sicurezza asserire
« esser causa di cotai fenomeni una *vera e propria elettricità animale*. E invero
« d'onde mai può venire la mossa al fluido elettrico, non essendovi ragione
« per cui venga in virtù delle armature, che sono affatto simili; se non procede
« originariamente dalle parti organiche medesime, cui stanno quelle applicate,
« in grazia di trovarsi esso fluido sbilanciato tra coteste parti, cioè tra nervo e
« muscolo, o tra l'interno e l'esterno del muscolo, in cui penetra e si dirama
« esso nervo? Un tale stato però di naturale elettricità, ossia sbilancio di fluido
« negli organi, dura poco dopo la morte dell'animale, e la sua dissezione; e
« quindi cessa in pochi minuti di convellersi la rana tentata così: laddove ten-
« tata nell'altra maniera, cioè coll'artificio delle armature dissimili, continua
« l'animaletto a sgambettare per ore ed ore, e sì anche applicandole ambedue
« all'esterna faccia de' muscoli, senza snudare alcun nervo ».

Non diversamente mi spiegai in un'altra lunga lettera scritta verso il tempo medesimo ad un celebre Fisico Ollandese il Dott. VAN MARUM, la quale deve essere stata pubblicata negli Atti della Società di Harlem, o in qualche giornale; e nella Memoria mandata in quel torno alla Società R. di Londra, per ordine di cui venne inserita nel Volume delle Transazioni Filosofiche per l'anno 1793. Trascriverò quì uno squarcio anche di questa. « Enfin puisqu'avec
« des armures de differents métaux, appliquées soit aux nerfs seuls, soit aux seuls
« muscles, on vient à bout d'exciter les contractions dans ceux-ci, et le mou-
« vement des membres, on doit conclure que s'il y a des cas (ce qui pourroit
« bien encore paroître douteux) où la prétendüe decharge entre nerf et muscle
« est cause des mouvements musculaires dont il s'agit; il y a bien aussi des
« circonstances, et plus fréquentes, où l'on obtient les mêmes mouvements
« par un tout autre jeu, une toute autre circulation du fluide électrique.

Digitized by Google

« Oui: c'est un tout autre jeu de ce fluide (dont on trouble plûtôt l'équi-
« libre que de le retablir) en ce qu'il coule d'une partie à l'autre..... non pas
« en conséquence d'un excès ou défaut respectif; mais par une action propre
« de ces mêmes métaux, lorsque ceux-ci sont de differente espèce. C'est ainsi que
« j'ai découvert une nouvelle loi, qui n'est pas tant une loi d'électricité ani-
« male, qu'une loi d'électricité commune, à laquelle on doit attribuer la plûpart
« des phénomenes, qui paroissoient, d'après les expériences de Mr. GALVANI
« et plusieurs autres que j'avois faites moi-même à la suite de celles-là, appar-
« tenir à une véritable électricité animale spontanée, et qui n'en sont pas: ce
« sont reellément des effets d'une *électricité artificielle* très-foible, qui s'excite
« d'une manière, dont on ne s'étoit pas douté, savoir par la simple application
« de deux armures de differents métaux, comme j'ai indiqué, et j'expliquerai
« mieux dans la suite.

« Je dois dire ici, qu'à la découverte de cette loi nouvelle, de cette électri-
« cité artificielle jusqu'à présent inconnue, je me défiai d'abord de tout ce qui
« m'avoit paru demontrer une électricité animale naturelle dans le sens propre;
« et que j'étois sur le point de revenir de cette idée. Mais, repassant avec un
« examen reflechi tous les phénomenes, et repetant les expériences sous ce
« nouveau point de vüe, je trouvai enfin que quelques unes soutiennent encore
« cet examen, celles par ex. où l'on n'a pas besoin des armures différentes,
« ni même d'armure quelconque, un simple fil métallique étant suffisant, ou
« tout autre corps qui puisse faire office d'arc conducteur entre le nerf dé-
« pouillé et un des muscles dependants, pour exciter dans ces derniers les con-
« vulsions; et qu'ainsi l'électricité animale naturelle et proprement organique
« subsiste, et ne peut pas être renversée entierement. Les phénomenes qui l'éta-
« blissent, quoique beaucoup plus limités, ne laissent pas que d'être demons-
« tratifs, comme je viens d'indiquer, et je ferai voir plus amplement dans la
« suite ».

Ma in seguito fui anzi costretto di abbandonare del tutto una tal idea: e come già avea trovato, che nella maggior parte dei casi dovevansi le convulsioni eccitate a quella specie di elettricità artificiale, che movono colla lor applicazione e combaciamento i conduttori dissimili, massime metallici, piuttosto che alla supposta elettricità animale; cominciai ben presto a sospettare, che anche negli altri casi assai rari, nelle pochissime sperienze cioè, in cui senza l'intervento de' metalli diversi succedono pure le convulsioni, e lascian luogo a crederle cagionate da una vera e propria elettricità animale (con che mi compiaceva pure di mantener salva, almeno in parte, la teoria di GALVANI), potessero similmente procedere gli effetti da elettricità estrinseca, da una mossa cioè data al fluido mercè l'incontro e combaciamento di conduttori in qualche modo diversi nell'arco di comunicazione: e un tal sospetto andò pur troppo verificandosi, a misura che mi avanzai con più sottili ricerche ed esperienze

Digitized by Google

in mille modi variate, a danno della povera elettricità animale, che non ha più onde sostenersi: come in parte ho già fatto vedere ne' scritti posteriori al 1792, segnatamente nelle altre due Lettere all'Ab. VASSALLI del 1794, e finirò di mostrare in questa e nelle seguenti.

[8] *In Br. Ann., T. XI, pag.* 107 *trovasi la seguente nota:* « Vegg. la nota 3 », *che è quella di cui alla nota* [3].

[9] *In Br. Ann., T. XI, pag.* 108 *trovasi la seguente nota:*

Finchè si leggono soltanto le Memorie di chi sostiene, e di chi nega l'Elettricità Animale in questione; essendo per avventura in maggior numero gli Scritti in favore, massime dopo la pubblicazione delle sperienze, in cui si eccitano le convulsioni nella rana facendo far arco conduttore ad una delle sue gambe senza adoperar metalli, nè altro corpo estraneo all'animale; e mostrando al di più cotesti Scritti una cert'aria di trionfo; è facile restarne preso ed abbagliato: tanto maggiormente, che più bella e plausibile, più feconda di applicazioni comparendo l'ipotesi di tal elettricità propria degli organi animali, più volentieri si lascia il facile lettore tirare ad essa. A vincere codesta propensione, a toglier d'inganno i prevenuti o sedotti, non basta il racconto e la descrizione anche minuta di altre sperienze in molto maggior numero, che depongono in contrario, quali sono le mie, e che spiegano in tal senso contrario quelle stesse credute favorevoli all'elettricità animale in questione: bisogna per convincerli ch'essi medesimi vedano e tocchino con mano codeste sperienze, che vorrebbero non credere se potessero, e che la loro fantasia sfigura quanto può, finchè vengono soltanto narrate. Ma se avviene così, descrivendole cioè solamente, che si tolga a tali sperienze molto dell'impressione, che dovrebbero fare; succede poi, allorchè son poste sott'occhio, che convincano a dirittura: come è seguito a molti, a cui ho avuto occasione in quest'anno di mostrarle.

[10] *In Br. Ann., T. XI, pag.* 110 *trovansi in più le parole:* « come farò vedere in progresso ». *In Cart. Volt. L* 14 *trovansi le parole:* « come spiegherò in seguito ».

[11] *In Br. Ann., T. XI, pag.* 113 *trovansi le parole:* « alle estreme dita e salti all'occhio pel suo colore bianco e di un lucido argenteo o piuttosto di perla ».

[12] *In Br. Ann., T. XI, pag.* 121 *trovasi l'annotazione:* « Vegg. la prima memoria, pag. 77 », *cioè: Seconda memoria sull'Elettricità animale, N. III,* § 43.

[13] *In Br. Ann., T. XI, pag.* 122: « Vegg. le mie prime Memorie pubblicate ».

[14] *In Br. Ann., T. XI, pag.* 124 *trovasi la nota:* « Vegg. le prime Memorie ».

[15] *In Br. Ann., T. XI, pag.* 124 *trovasi la nota:* « Vegg. le prime Memorie ».

[16] *Qui termina la* 3ª *lettera stampata in Br. Ann. ed in Ant. Coll.*

Digitized by Google

Digitized by Google

XIV (D).

LETTERA QUARTA.

Pavia, 20 *Dicembre* 1795.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
Cant. Disc. pg. 71.	**Copia presso Ac. Sc. Tor.** (B. XII, 10). Cart. Volt.: J 28; **J 33**; L 16.

OSSERVAZIONI.

TITOLO:

DATA: nella Copia del Mns. presso Acc. Sc. Tor. trovasi: **Pavia 20 dicembre 1795**; in J 33 (prima minuta) trovasi: Como, 30 ottobre 1795.

J 28 è costituito da un solo foglietto con annotazioni d'esperienze fatte introducendo delle persone in circolo.

J 33, L 16, Minute molto estese.

La Copia del Mns. presso Acc. Sc. Tor. fu corretta col confronto con i Mns. di Cart. Volt. J 33, L 16.

Digitized by Google

Digitized by Google

COPIA DI ALTRA LETTERA

DEL SIG. CAV. ALESSANDRO VOLTA

AL SIG. AB. ANTON MARIA VASSALLI

in data di Pavia 20 *xmbre* 1795

SULL' ELETTRICITÀ ANIMALE.

Ho indicato già e spiegato nella lettera preced., che la più semplice e facile maniera di eccitare, senza l'intervento di alcun metallo o conduttore di 1ª classe, le convulsioni e sbattimenti nelle gambe della rana, si è, pochi momenti dopo averla preparata nel miglior modo, cioè in guisa che rimangano esse gambe attaccate al tronco per i soli nervi ischiatici, di ripiegarne una o l'altra, e addurla al contatto o de' nervi anzidetti o de' muscoli del dorso; che ad ogni modo non riesce sempre, nè in tutte le rane anche vivacissime e di recente preparate la sperienza; e che al dippiù per riuscire si ricercano due condizioni, una poco meno che necessaria, l'altra assolutamente indispensabile, cioè: 1° che la parte della gamba che si fa toccare a que' nervi, o ai muscoli dorsali, sia, non già sostanza carnosa, ma bene una parte del tendine o ligamento che procede dal muscolo gastrocnemio, e che scoperto si prolunga fino all'estremità del piede; 2° che o sangue, od altro umore glutinoso o salino s'interponga al luogo di tale contatto. Or ecco l'accozzamento di tre conduttori diversi di specie, avvegnachè tutti della 2ª classe, quale si richiede all'uopo di concitare e mettere in corrente il fluido elettrico; ecco ridotte le due sovraccennate condizioni a quest'una dei *tre conduttori diversi* ch'entrano a formare il circolo. Questi tre conduttori sono, nella sperienza di cui si tratta, sostanza tendinosa dura e liscia da una parte; dall'altra o molle nervo, o carne morbida di superficie non così liscia, e umor glutinoso, o salino frammezzo: e sono tutti e tre così diversi tra loro, che la corrente elettrica mossa da' rispettivi combaciamenti, comechè debolissima ancora, pure arriva a stimolare sensibilmente i nervi crurali della rana preparata, come si è detto, di fresco, e preparata in modo, che tal corrente debba passare tutta quant'è per l'angusta strada di essi nervi. Qualunque di queste circostanze manchi, o che la rana cioè non sia

Digitized by Google

preparata nell'indicata guisa, o che trovisi dopo alcuni minuti scemata notabilmente la sua eccitabilità, o che non abbiavi l'intreccio de' tre conduttori diversi, o che finalmente non sian questi diversi abbastanza, le convulsioni non succedono.

Lasciando ciò che riguarda l'eccitabilità de' nervi e muscoli della rana, che dev'essere molto grande, acciò riescano le sperienze di cui si tratta, come ho inculcato più volte, consideriamo particolarmente l'ultima circostanza, cioè come non solam.e vi vuole il concorso di tre conduttori diversi [1], ma che siano molto diversi; e vediamo quali riescano per tal riguardo più o meno acconci.

Risponde dunque assai bene l'esperienza ove una parte qualunque del tendine forte e compatto di bianca e lucida superficie, il qual procede dal muscolo gastrocnemio, e si prolunga al di là dell'articolaz.e del piede qual lamina di un colore di perla si contrapponga ai delicati nervi ischiatici di un bianco morto, o alle carni rubiconde e molli del tronco; ben inteso che non vengano a immediato contatto; ma vi abbia di mezzo o sangue, o altro umor glutinoso o salso: risponde, dico, l'esperienza assai bene, riuscendo spesso così di eccitare le convulsioni nelle gambe della rana anche alcuni minuti dopo che è stata preparata a dovere. All'incontro risponde molto male ove si contrappongano le parti carnose della gamba o della coscia, sia pur anche l'istesso muscolo gastrocnemio dal mezzo in su, ai detti nervi, o peggio a qualsisia parte carnosa del tronco: tanto male, che non si ha quasi mai l'effetto delle convulsioni, quand'anche vi sia interposto il migliore tra gli umori glutinosi o salini, quello che più facilita la riuscita, cioè un forte alcali.

Dico *quasi mai*; perchè succede pure qualche volta di eccitarsi le convulsioni anche con tali contatti di muscoli contro nervi, e di muscoli contro muscoli sporchi di sangue o d'altro umore glutinoso o salino (giacchè sempre un di questi deve frapporsi, come più d'una volta si è avvertito); tale è la sperienza rammemorata nelle lettere precedenti, e che dobbiamo all'Autore dell'opera *Dell'uso e dell'attività dell'arco conduttore* ec., in cui pendendo fuor dalle coscie i nervi ischiatici, o soli, o con un pezzo di spina attaccata, si fan battere o que' nervi, o codesto pezzo di spina contro le coscie medesime, e si eccitano con ciò le convulsioni in tutti i muscoli delle gambe da cima a fondo, massime se siansi previamente bagnate le parti di acqua salata; tali ancora e somiglianti le sperienze del Dr. VALLI, nelle quali una persona tenendo sospesa pe' piedi la rana preparata con una mano umida o colla bocca, tocca con un dito dell'altra mano, o meglio colla lingua i nervi ischiatici, o il pezzo di spina dorsale che ne pende; oppure facendo pescare nell'acqua di un gran bicchiere detta spina, con parte de' nervi, viene poi a compire il circolo con intingere con un dito nell'istess'acqua, o con farvelo intingere da altra persona, con cui fa catena dandosi mano, ec. Ma codeste sperienze succedono ben di raro, e vorrei quasi dire per

Digitized by Google

miracolo. Così è: riuscirete un gran numero di volte, e in moltissime rane anche non vivacissime ad eccitare i moti muscolari osservando le condizioni da me prescritte, segnatam.e quella di far toccare a' nervi ischiatici, o a qualsisia parte del nudo tronco insanguinato, il tendine in cui termina il muscolo gastrocnemio; riuscirete, dico, in tal modo mille volte, e una volta appena in qualche rana dotata di una singolare eccitabilità, praticando nelle altre maniere, anche facendo toccare ai nervi ischiatici, o al tronco immediatamente la gamba stessa, ma non al luogo del divisato tendine: insomma non potrete mai promettervi di riuscire, se non coll'addurre qualche parte di questo tendine al contatto di detti nervi, o di detto tronco sporchi o questo o quelli, o il tendine medesimo di sangue, o d'altro umore glutinoso o salso: l'interposizione del qual terzo conduttore diverso dall'uno e dall'altro dei due che lo prendon di mezzo è l'altra condiz.e richiesta.

Ma finalmente poi, anche quando riesce in quelle altre maniere di eccitare le convulsioni, avrà sempre luogo l'indicata condiz.e indispensabile di tre o più conduttori diversi insieme intrecciati; e si verificherà sempre il gran principio da me piantato, che dal contatto appunto di conduttori diversi nasce l'azione che mette in corso il fluido elettrico. Infatti anche quando vengono ad affrontarsi un muscolo con un altro, se abbiavi qualche differenza tra loro nella consistenza, nell'umore di cui sono imbevuti o soltanto spalmati, una differenza anche meramente superficiale; oppure se trovisi tra quelli interposto non uno, ma due umori diversi, che in quel punto si combacino; può l'una o l'altra di siffatte accidentali diversità esser bastante a dare una leggier mossa al fluido elettrico, o determinare una debolissima corrente; e questa anche estremam.e debole corrente elettrica può giungere ad eccitare convulsioni in una di quelle rane all'estremo sensibili. Ecco come si spiegano anche tali rarissimi casi; e come niuna delle sperienze di questo genere può essermi objettata come contraria al principio da me stabilito, e dimostrato ad evidenza da tutte le altre sperienze più numerose, in cui, perchè succedano le convulsioni, vi vuole una più notabile diversità ne' conduttori che si combaciano, e che entrano nel circolo; più notabile che quella che per avventura s'incontra tra muscolo e muscolo, o tra muscolo e nervo, ec.

Or passiamo a trattenerci più particolarmente intorno a quell'altra condizione più indispensabile, la qual è, che non succeda già un contatto immediato della gamba, ossia del tendine procedente dal gastrocnemio coi nervi ischiatici o colle parti carnose del tronco, ma incontrisi frapposto un terzo conduttore diverso di specie, avvegnachè di 2ª classe anch'esso; e sì diverso molto, come già notammo richiedersi per ben riuscire. Questo conduttore intermedio non vuol essere pertanto acqua pura, nè umore poco diverso dall'acqua, nè sostanza qualunque di tal umore inzuppata. Siffatti conduttori acquei troppo poco differiscono per avventura da questo o da quel conduttore animale, dall'esterior

Digitized by Google

faccia cioè del tendine, nervo, o muscolo che vengono a combaciare, ossia dall'umore in massima parte acquoso che irrora tali parti animali, e che le rende appunto conduttrici (giacchè disseccate non lo sono più): differiscono tanto appena da movere una corrente elettrica estremam.e debole; la quale potrà per sorte, in un caso cioè fra mille, eccitare le convulsioni in qualche rana allora allora preparata, e fornita di una prodigiosa sensibilità; ma nelle altre 999 sperienze, non varrà a produrre il minimo moto muscolare. Per dare una mossa alquanto più forte al fluido elettrico, e indurre una corrente valevole a scuotere anche delle rane dotate di un'eccitabilità ordinaria, sol che siano perfettamente e di fresco preparate, conviene che il conduttore intermedio fra la gamba o il suo gran tendine, e i nervi ischiatici o i muscoli dorsali, sia, o sangue viscido, o altro umore notabilm.e diverso dall'acqua.

Ed ecco perchè succede non rare volte l'esperienza nella rana lorda del sangue colato dalle ferite nella dissezione sofferta, e meglio ove tal sangue divenuto men acquoso si prova al tatto viscido e tegnente: perchè più non succede dopo che si è ben detersa essa rana preparata con diguazzarla e fregarla in acqua netta, come notato già abbiamo nella lettera preced.e: perchè finalm.e tornano a riuscire le prove, se asciugata dall'acqua s'imbratti di nuovo la parte, che si vuol addurre al contatto, di sangue viscido, o d'altro umore glutinoso o salino. Così è: quando per mancanza di tal sangue o di tal altro umore assai diverso dall'acqua, non si ottengono convulsioni nella rana in qualunque modo si faccia toccare una delle sue gambe, e neppure il tendine procedente dal muscolo gastrocnemio, sia ai nervi ischiatici, sia a questa o a quella parte del tronco; si riesce molte volte sporcando a bella posta o detti nervi, o qualche parte del dorso, o il detto tendine di sangue denso e viscido, di scialiva, d'orina, o meglio d'acqua salata; e facendo succedere il contatto della gamba ripiegata in quel luogo appunto coperto dall'uno o l'altro dei nominati umori.

Più facilmente si riesce sporcando una o l'altra di quelle parti di sapone stemperato in poca acqua; assai meglio ancora bagnandola con qualche goccia di un acido concentrato; e soprattutto con un forte liquor alcalino; tantochè in questa maniera (ben inteso che si adduca al contatto il noto tendine) non vi è rana anche debole, in cui io non giunga ad eccitare le convulsioni, anche molti minuti dopo la sua preparazione. Dalle sperienze fin qui prodotte, e da altre molte che produrrò in seguito, appare che basta un sottile strato di tali umori che si frapponga nel luogo ove vengono ad affrontarsi la gamba, ossia l'indicato suo gran tendine da una parte, e i nervi ischiatici, o qualsisia parte carnosa del tronco dall'altra; tanto chè il contatto di codeste due parti dell'animale non sia immediato; che basta insomma, che l'una o l'altra ne sia appena ricoperta o velata ne' punti ove ha da succedere il combaciamento. Ma se così poco basta; il molto neppure nuoce: voglio dire non è altrimenti pregiu-

Digitized by Google

dizievole, che di quel tal umore trovinsi abbondantem.^e ricoperte od una od ambedue le parti dell'animale, che vanno ad affrontarsi; ossia che se ne frammetta una massa quanto si voglia grande. La condizione è, che vi vuole uno di tai conduttori *interposto*; sia poi grosso o sottile, lungo o corto, non importa; tutto l'effetto dipendendo dalle superficie combacianti. Riesce dunque egualm.^e bene la sperienza tenendo immerso tutto o parte del tronco della rana compitam.^e preparato in un bagno più o men largo di sangue, di acqua salata, di sapone mezzo stemperato, ec., ma soprattutto di alcali saturo; e ripiegando una gamba della medesima in guisa, che alcuni punti del gran tendine procedente dal muscolo gastrocnemio (osservisi sempre questa circostanza importantissima) vengano a baciare in qualunque luogo il liquore medesimo.

Ecco ancora alcune altre maniere presso a poco equivalenti. Adagiate il tronco della vostra rana sopra una fetta di sapone umettato tanto alla superficie, che formi ivi una poltiglia semiliquida, e ripiegando convenientem.^e una delle sue gambe imprimetela sopra questa med.^ma poltiglia a qualunque distanza da d.^to tronco, osservando al solito, che il contatto siegua ne' punti vicini all'articolaz.^e del piede, o in alcuna altra parte del noto tendine: in questa maniera riuscirete sicuram.^e, come riesco io, ad eccitare più volte di seguito, alternando i toccamenti, le convulsioni in quasi tutte le rane di fresco preparate; e in tutte poi, e per più tempo ancora nella maniera seguente, che soglio spesso praticare.

Inzuppo a dovere di forte liquor alcalino un pezzo di spugna, ovvero una lista di cartone, di panno, di cuojo, o meglio di esca (*amadou*), che è molto spugnosa, e una porzione ne sovrappongo ai nervi ischiatici, o a qualsisia parte del tronco, applicandovela bene; il resto più o men lungo di tal lista inzuppata sopravanza il tronco, e ne sporge in modo, che vi si può agevolm.^e far toccare la gamba in alcuna parte del solito tendine: ogni volta dunque, che eseguisco un tale contatto s'eccitano in tutti i muscoli delle gambe contrazioni e spasmi più o meno gagliardi; e ciò anche nelle rane già notabilm.^e indebolite, e preparate un pezzo prima: nelle vivacissime poi e tagliate di fresco sono così violente le convulsioni, sì forti le scosse e sbattimenti, che fanno stupore; e proseguire si può ad ottenerle per assai lungo tempo quando già più non s'otterrebbero, non dico con un semplice conduttore metallico, impiegato invece del liquor alcalino, o con due pezzi dell'istesso metallo; ma neppure con due metalli poco diversi, come argento ed oro, ottone e ferro, piombo e stagno, applicati uno ai muscoli dorsali, e l'altro a quelli delle coscie.

Non debbo tralasciar di avvertire che talvolta non succedono le convulsioni che si tenta di eccitare coi sopra indicati contatti, ne' primi momenti che si è applicato o il liquor alcalino, o il sapone ammollito, o l'acqua salata, ec., a questa o a quella parte della rana ne' modi descritti; le quali poi succedono dopo qualche tempo, allorchè l'umore sovrapposto si è alquanto internato,

Digitized by Google

od è venuto almeno a più perfetto combaciamento colla parte dell'animale che esso copre e bagna; la qual parte, se mai trovisi molto immollata e grondante d'umor acquoso allorquando le si sovrappone il liquor alcalino o l'acqua salata, ec., più tardi ancora, e men bene riescono le sperienze; e ciò per la ragione che diluendosi soverchiam.e da tal umor acqueo quell'altro liquor salino o saponaceo là ove uno strato si mescola coll'altro, esso liquore salino o saponaceo non è più quello, non è più ivi, quanto dovrebbe esserlo, diverso da' conduttori animali cui si frappone, ossia dall'umore che rende tali sostanze animali appunto conduttrici. Se al contrario la dose del liquor salino o saponaceo sopravanza di molto quella dell'acqua che bagna la rispettiva parte della gamba, o del tronco della rana, l'effetto che non succedeva sulla prime, si ottiene di lì a qualche tempo, quando cioè scompartita quella poca acqua nella massa grande dell'altro liquore o del sapone, si perde in certo modo entro a questa, a segno che riesce quel tal conduttore umido interposto abbastanza diverso dalle parti animali, cui sta a contatto.

Farò osservare ancora, che quando si adopera acqua fortem.e salata, e più i liquori acidi od alcalini, que' muscoli della rana, che ne sono tocchi e penetrati si risentono notabilm.e a siffatti stimoli, tantochè vi si osservano de' tremori, de' palpiti e subsulti. Sono però tali convulsioni soltanto parziali a quelle fibre e a que' muscoli, che il liquore irrita localm.e, e non trapassano alle parti lontane, dal tronco cioè, che ne sia intriso, alle gambe posteriori; e si distinguono troppo bene da quelle altre convulsioni più grandi ed estese, che prendono tutti i muscoli di esse gambe da cima a fondo, e le fan balzare, ogni qualvolta una di esse gambe si ripiega in modo, che venga il suo gran tendine a toccare il detto liquore, o la parte imbevutane del tronco, e con tali combaciamenti s'incita e si mette in corrente il fluido elettrico.

Del resto si può fare in modo, che il liquor acre e stimolante non penetri o punga alcun muscolo dell'animale, e meno i nervi; e schivare così qualunque irritazione e offesa, che possa il medesimo cagionarvi. Basta porre a contatto del tronco della rana un brano di carne fresca e succosa tagliata ad un animale qualunque, un pezzo di latte coagulato, di bianco d'uovo indurito, di polenta, oppure una lista di cartone, di pelle, di esca, inzuppata d'acqua, un trincio di frutto ben succoso, ec., insomma un conduttore qualunque della 2ª classe, che sia però conduttor buono; e sopra alcuni punti di tal conduttore applicato al tronco della rana mettere il liquor salino di cui si tratta, o un pezzetto di spugna, o di esca ben inzuppatone: così disposte le cose adducasi la gamba della rana, ossia il solito tendine al contatto di tal liquore, o della spugna imbevutane; e succederanno le convulsioni quasi egualmente, che se esso liquore si trovasse a contatto immediato del tronco della rana. Dico *quasi egualmente*, in supposto che il corpo ad esso tronco applicato, e sia buon conduttore, come già ho accennato, e di non molta lunghezza, come ora sog-

Digitized by Google

giungo; poichè altrimenti rallentando esso la corrente elettrica è cagione che riesca tanto meno efficace la sua azione.

L'inversa di quest'ultima sperienza è di applicare quel qualunque conduttore che si vuol aggiungere, cioè il pezzo di carne, di ricotta, di polenta, ec., non più al tronco della rana, ma ad una delle gambe, specialm.e sopra il tendine tante volte nominato, e porre sopra qualche parte di tal corpo intermedio il liquor alcalino, o la spugna imbevutane; indi addurre al contatto di cotesto liquore una parte qualunque del nudo tronco.

Non dissimile è la sperienza già ricordata di tener sospesa con una mano umida la rana pe' suoi piedi, e con un dito dell'altra mano intriso di sangue, di acqua salata, di sapone stemperato, o meglio di forte liquor alcalino, toccare i muscoli dorsali, o altra parte del tronco; sebbene rarissime volte, come già ho fatto osservare, e solo in qualche rana eminentem.e eccitabile, riesca in questo modo di destare le convulsioni: e ciò per ambedue le ragioni testè accennate; cioè per essere, se non trattenuta, ritardata considerabilm.e la corrente elettrica, e dalla poca deferenza della pelle delle nostre mani, comunque umettata esteriorm.e, e dal lungo tragitto dall'una all'altra mano pel corpo della persona. Che se più persone intervengano nel circolo, cioè due, tre, quattro si dian mano o faccian catena, crescendo a proporzione gl'indicati impedimenti, assai più difficile ancora sarà la riuscita dell'esperienza: pure succedono qualche rarissima volta anche così le convulsioni nella rana, ove cioè s'incontri esser essa dotata della più insigne eccitabilità, come s'è detto.

Del resto, che la pelle delle mani presenti un notabile ostacolo al trapasso del fluido elettrico per essere la medesima non abbastanza penetrata di umore, e quindi poco deferente, lo mostrano ancora le sperienze, in cui s'impiegano con due, tre, o più persone metalli diversi; le quali sperienze (che voi pure avete ripetute ha più d'un anno, e ch'io mostro già da tre) o non producono l'effetto, o stentatam.e, se le mani intrecciate non sono molli di sudore, o in difetto non si bagnano a bella posta. Ma poichè anche bagnata così esteriorm.e la cute rimane povera internam.e di umore, cioè ne scarseggiano gli strati sottoposti al primo bagnato, finchè s'arrivi alla carne viva e succosa; quindi è che si oppone tuttavia qualche resistenza alla corrente elettrica, che l'impedisce o rallenta alcun poco; tantochè se questa corrente è già debole molto, come nelle sperienze di cui ora ci occupiamo, ove non entrano nel circolo conduttori metallici ossia di 1ª classe, ed anche in quelle ove ne intervengono due, o più di questi, ma poco fra loro diversi; non è da stupire che rendasi la medesima affatto inefficace a destare le convulsioni nelle rane dotate ancora, se non della più insigne e rara, di una più che mediocre eccitabilità.

Volendosi fra i conduttori, onde si va a compire il circolo, far entrare un liquor salino de' più acri ed irritanti, e schivare nel medesimo tempo, che nessuna parte della rana venga, non che penetrata, ma neppure leggerm.e

Digitized by Google

e di passaggio tocca dal medesimo, può applicarsi un pezzo de' soprad.i corpi, cioè o carne trinciata da un altro animale, o latte coagulato, o polenta ec., alle gambe di essa rana, segnatam.e sopra il gran tendine; ed un altro pezzo al tronco di lei; e farli poi comunicare questi due pezzi, ossia conduttori aggiunti in guisa che compiasi il circolo, e che trovisi fra essi frapposto uno strato grosso o sottile di tal liquore. Anche in tal foggia, suscettibile, come si comprende, di molte variaz.i, succedono in molte circostanze favorevoli i moti muscolari, i scotimenti delle gambe.

Mi sono proposto di descrivervi, illustre Collega, non tutte, ma le principali maniere, con cui son andato variando le prove di eccitare le convulsioni nella rana, mercè i combaciamenti di soli conduttori di 2a classe. Or una di tali maniere, che ancora non ho toccata nè in questa, nè nella preced.e lettera, maniera che per altro conviene colla qui sopra descritta, si è di fare, che la rana compitam.e e allora allora preparata peschi con una od ambedue le gambe in un bicchiere pieno d'acqua, e col tronco, o parte di esso, in un altro bicchiere; e indurre quindi per compiere il circolo, la comunicazione tra acqua ed acqua per mezzo di altri conduttori della stessa 2a classe, ma diversi dall'acqua.

Per dare un'idea de' risultati di molte esperienze da me fatte in questa maniera, basterà il dire in generale, che quando tal arco conduttore era fatto tutto di un pezzo solo o di più pezzi, ma dell'istessa stessissima materia; tutto e. g. di uno, due o più brani dell'istessa carne fresca e succosa, dell'istesso nervo, o dell'istesso tendine; tutto di bianco d'uovo indurito, di polenta, di formaggio ec., tutto d'una o più persone concatenate a mano, che intingevano in ciascuno de' due bicchieri un dito netto o bagnato di semplice acqua; le convulsioni non ebbero mai luogo: e che all'incontro s'eccitavano qualche rara volta quando l'uno dei diti, o l'uno dei capi di quegli altri archi conduttori omogenei, il capo segnatam.e che andava a toccare l'acqua in cui trovavasi immerso il tronco della rana, erasi dianzi imbrattato di sangue viscido, o d'altro umore glutinoso o salino, o di sapone mezzo stemperato, o meglio di denso liquor alcalino. Dico *qualche rara* volta, cioè solamente nelle più favorevoli circostanze, di rane cioè dotate di una straordinaria eccitabilità, e ne' primi tentativi sopra le medesime allora allora preparate di tutto punto sebbene coll'alcali ho potuto riescire anche qualche tempo dopo, anche in rane non estremam.e sensibili.

Ciò basti intorno a queste sperienze, nelle quali pur vedesi essere necessario, come in tutte le altre il combaciamento di conduttori diversi; e che anzi due soli, comunque diversi, che formino tutto il circolo, non bastano ancora, equilibrandosi in tal caso le azioni rivolte una contro l'altra ne' due combaciamenti simili; come ci mette sott'occhio la 1a delle figure qui annesse: nella quale combaciandosi i due corpi *aa bb*, qualunque sia l'azione sul fluido elettrico, che si dispiega per tali combaciamenti, dovendo essere eguale dalle due

Digitized by Google

parti opposte, sia cioè che detto fluido tenda a passare da *a* in *b*, o da *b* in *a*, tanto da una parte, quanto dall'altra, avviene che controbilanciandosi tali forze o tendenze contrarie, non può determinarsi alcuna corrente da destra a sinistra, o da sinistra a destra.

Fig. 1ª

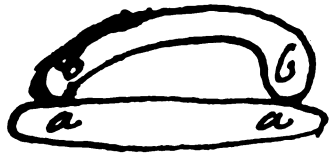
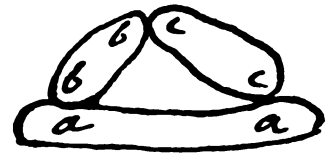


Fig. 2ª



Così è, che nulla succede, quando anche l'arco *bb*, che si applica al conduttore umido *aa*, sia metallico, ma dell'istesso stessissimo metallo, eguale ne' suoi due capi *bb*, non che nella sostanza, ma nella tempera pur anche, politura ec.: intorno a che mi vi ho trattenuto lungam.e nella 1ª lettera anno passato.

Vi vogliono dunque tre o più corpi diversi, ch'entrino nel circolo conduttore acciò prevalendo l'azione che spinge il fluido elettrico da destra a sinistra, o da sinistra a destra sopra quella che spinge nella direzione contraria, in virtù de' combaciamenti dissimili, ne venga determinata la corrente in giro: vi vuole cioè che il conduttore *aa* sia interposto a due *bb* e *cc* diversi da quello e tra loro, come rappresenta la fig. 2ª; e quanto più diversi, tanto meglio.

Fig. 3ª

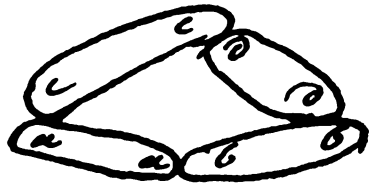
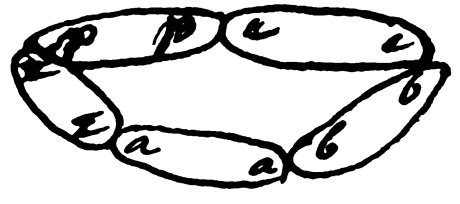


Fig. 4ª



Che se i conduttori diversi, e quindi i combaciamenti siano più di tre, e in qualunque numero (Fig. 3ª e 4ª), si produrrà pur anco la corrente elettrica più o meno attiva; vale a dire capace, o non capace di eccitare le convulsioni, ec., secondo, e a misura che le forze tendenti a movere il fluido elettrico in una direzione prevalgono a quelle tendenti in senso contrario; e solo mancherà del tutto cotal corrente ne' casi difficilissimi ad incontrarsi, che la somma delle forze da una parte equilibri giustam.e la somma delle contrarie.

Ma lasciamo per ora questo, intorno a che ci tratterremo un'altra volta più lungamente.

Gioverà qui intanto osservare, che ove tra i diversi conduttori intrecciati, uno ve n'abbia de'più moventi, e. g. un forte liquor salino, e soprattutto un puro alcali, il quale fin'ora è fra quelli di 2ª classe il più attivo (come il zinco

Digitized by Google

lo è fra quelli di 1ª); ed ove si trovi esso interposto a due altri di specie molto diversi da lui, e tra loro pure notabilm.e dissimili, dal combaciamento di quello con questi dipende quasi tutto il giuoco, tantochè si può dire, che nulla o ben poco contano gli altri combaciamenti degli altri conduttori, in numero qualunque poco dissimili tra loro, e poco attivi. Tale è il caso della rana, che pesca ne' due bicchieri d'acqua; differisce così poco l'acqua in linea di conduttore, o piuttosto in ordine alla facoltà motrice, dal corpo della rana verde e succoso, che possono considerarsi tutt'insieme come un solo conduttore acqueo: nè, se peschi in un de' bicchieri una fetta di carne parimenti succosa, di bianco d'uovo indurito, di latte coagulato, di polenta, ec. (come nelle sperienze poco sopra descritte) l'azione che ivi si esercita sopra il fluido elettrico per tali combaciamenti, pel contatto cioè di siffatti corpi nell'acqua, è tale da farne gran conto; quelle bensì decidono, che dispiegansi laddove uno strato grosso o sottile di sapone stemperato, di acqua salata, di forte liquor acido od alcalino appiccato all'altro capo di tal'archi conduttori, cioè che copre ed involge l'altra estremità della fetta di carne, di polenta ec., si porta al contatto dell'acqua nell'altro bicchiere; in guisa insomma, che tal sapone, o tal liquore salino viene ad esser preso in mezzo, e stretto quinci dall'acqua, e quindi dall'altro conduttore differente dall'acqua, verso ciascuno de' quali ha egli una azione assai diversa. Tutto, a dir breve, o quasi tutto il giuoco si fa da que' tre corpi più marcatam.e dissimili. Così nella 4ª figura se *aa* sia il corpo d'acqua nel bicchiere, *cc* una rana preparata, *bb* una fetta di carne succosa, *pp* un pezzo di formaggio o d'uovo indurito, *zz* una goccia od uno strato sottile o grosso di liquor alcalino; l'effetto dipenderà quasi unicamente dall'intreccio de' tre corpi *aa*, *zz*, *pp*, ossia dalle azioni molto diverse, che si dispiegano ne' combaciamenti dissimili che ha *zz* ne' suoi due capi opposti, ne' combaciamenti, dico, delle faccie *za* e *zp*; e poco o nulla dagli altri combaciamenti delle faccie *ab*, *bc*, *cp*, niuno di questi conduttori *aa*, *bb*, *cc* essendo differentissimo nella virtù motrice.

Ad ogni modo basta che vi sia qualche differenza, perchè un qualche moto venga dato al fluido elettrico, e determinata una qualsiasi corrente del medesimo, come già si disse, la qual corrente debole sempre quando il circolo è fatto tutto di conduttori di 2ª classe, per quanto diversi siano di specie, come più volte ho fatto osservare; è poi debolissima in tutti i casi, in cui nessuno nella catena de' conduttori sia molto diverso dei due a cui si trova frapposto. Quindi è, che se non v'interviene qualche umor viscido o salino, che sono quelli appunto, che più differiscono in ordine a tal virtù dagli altri di 2ª classe, mai o quasi mai si eccitano le convulsioni nelle rane anche le più vivaci, e preparate di recente. Dico *quasi mai*, perchè può succedere, che qualche rana preparata allora allora, e al sommo eccitabile si commova anche per quella estremam.e debole corrente elettrica, che vien incitata dall'intreccio di conduttori poco fra loro diversi.

Digitized by Google

A finirla, qualunque volta succeda, che si eccitino le convulsioni nelle gambe di una rana, che comunicano col tronco per i soli nervi crurali, mediante l'indurre un'altra comunicaz.e tra esse gambe e tronco con un arco conduttore formato di quanti si voglia pezzi; sempre si troverà intervenire qualche notabile differenza tra due, anzi tre di tali conduttori contigui, ond'è formato tutto il circolo, compresevi le stesse parti del corpo della rana, che sono pure più o meno diverse fra loro in ordine alla virtù di cui si tratta, singolarmente le tendinose rincontro alle muscolari, e ai nervi, gli umori acquei e tenui rispetto ai viscidi ed ai salini, come fin da principio ho fatto osservare. Or quando io posso mostrare, dirò dippiù, quando si possa solo presumere, che tre o più conduttori, eziandio poco diversi tra loro, entrano nel circolo, ciò basta a mettere in salvo la mia sentenza, con cui stabilisco e sostengo, che la mossa al fluido elettrico vien data appunto dal combaciamento di conduttori diversi, non da alcuna carica o sbilancio che trovisi negli organi animali, da rispettivo eccesso, cioè difetto di detto fluido tra nervi e muscoli, o tra l'interno e l'esterno di questi, come ha pensato GALVANI, e pretendono ancora i suoi seguaci. Per rimettere in piedi questa pretesa elettricità animale, ch'io dichiaro insussistente, e che con tante sperienze credo di avere effettivamente e del tutto atterrata, sostituendovi quell'altro mio principio di elettricità puramente artificiale, ossia mossa da causa estrinseca, converrebbe che gli avversarj mi mostrassero eccitarsi le convulsioni nelle rane, ec. col compiersi il circolo da conduttori tutti della stessa specie, in nulla dissimili tra loro; ciò che non potranno mai fare: all'incontro io posso sempre mostrare, come già dissi, quando succedono tali convulsioni, che ha luogo l'intreccio di tre o più conduttori diversi di specie.

Questa lettera che interrompo quì, e a cui ne succederanno altre, è già più d'un mese che l'ho stesa in seguito alla precedente; ma mi è mancato fin'ora il tempo di trascriverla.

Digitized by Google

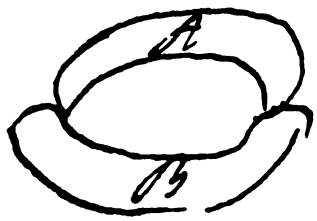
NOTE DELLA COMMISSIONE

ED AGGIUNTE TRATTE DAI MANOSCRITTI DI A. VOLTA

[1] *A questo punto circa nel Mns. J 33 trovasi la seguente digressione:*

[.... discorriamola un poco sui tre conduttori; e perchè non bastano due diversi?]

La cosa è facile a intendersi se si ponga mente, che dove due soli conduttori compiono un circolo, come *A* e *B* nell'annessa figura, le azioni che si dispiegano ne' due combaciamenti dell'istesso *A* coll'istesso *B*, ai due opposti capi, essendo eguali, si elidono, onde non può determinarsi alcuna corrente elettrica da destra a sinistra, o da sinistra a destra. Così se *A*



sia anche un metallo, purchè eguale ne' suoi due capi non che di specie, ma per tempera, polimento ec., e *B* il corpo di una rana purchè sian simili le parti su cui appoggiano detti capi dell'arco *A*, non accade alcuna commozione di essa rana per eccitabile ch'ella sia; poichè sebbene il combaciamento di un metallo con un conduttore umido inciti fortemente il fluido elettrico, incitandolo da due parti in senso opposto, e con egual forza, non può metterlo in corrente.

Osservazione. — Il primo tratto chiuso tra parentesi quadre si legge, sebbene cancellato, nel mns.

Digitized by Google

XIV (E).

LETTERA QUINTA

(AL PROF. ANTON MARIA VASSALLI).

Como, Autunno 1795.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
Cant. Disc. pg. 88.	Cart. Volt.: **J 33**; J 39; J 50; **L 17.**

OSSERVAZIONI.

TITOLO: l'intestazione " Lettera quinta „ è dello stesso V. (Mns. L 17 ed J 33).

DATA: in J 33 si legge: Como, 30 ottobre 1795.

J 33 contiene le lettere IV e V.

J 39 e J 50 sono vari fogli con appunti di sperienze citate.

L 17 contiene soltanto brani della lettera 5ª come risulta di mano del V.

Le indicazioni del Cart. Volt. L 17 e J 33 non corrispondono a due minute bene distinte perchè le indicazioni stesse furono poste quando ancora non erano compiuti lo studio e l'ordinamento. Tale ordinamento migliorato poi, nel limite del possibile, ha permesso di ricostruire in gran parte questa 5ª lettera. Il risultato non è molto diverso da quello pubblicato in Cant. Disc.

Digitized by Google

Digitized by Google

LETTERA QUINTA.

Mi sono forse troppo esteso nelle due lettere precedenti, e massime nell'ultima, intorno ai modi di eccitare le convulsioni nelle rane compitamente preparate mercè l'applicazione di soli conduttori di 2ª classe: ma conveniva distruggere l'impressione che avean fatta nell'animo di molti Fisici le sperienze di questo genere obbjettatemi, e con cui si era preteso, non che di risuscitare la Elettricità animale nel vero e proprio senso di una carica cioè, o disequilibrio di fluido elettrico tra parte e parte organica in virtù delle forze vitali medesime, ma di abbattere quell'altra Elettricità puramente artificiale, ch'io sostengo, mossa originariamente dal combaciamento di conduttori diversi. Ora dai varj modi di eccitare una corrente di fluido elettrico coll'applicazione di soli conduttori di 2ª classe, i quali modi si riducono poi tutti a farne entrare nel circolo non meno di tre, diversi un dall'altro di specie, passiamo alle varie maniere di ottenere simile corrente elettrica, e quindi le convulsioni nella rana, ec. con tre conduttori pure diversi (il che è sempre indispensabile), ma due di 2ª classe ed uno di 1ª: cioè con fare che uno di questa 1ª classe, un pezzo d'argento e. g. venga interposto a due della 2ª diversi tra loro, come ad acqua e sangue, acqua pura ed acqua salata, ec. [1].

Di cotal nuovo metodo od artifizio ho fatto cenno già in più d'un luogo della Lett. 3ª, particolarmente verso il fine; anzi vi ho chiaramente, sebbene in ristretto, esposto il più essenziale intorno a ciò: tantochè non occorrerebbe quasi di dirne più altro, a voi massime, che siete non men destro nell'arte di sperimentare che sagace nel fare le applicazioni. Ad ogni modo non reputo inutile affatto, a risparmio se non altro del molto studio e fatica, che vi porterebbe il fare da voi senza un particolare indirizzo tanti nuovi tentativi, non reputo, dico, inutile il porgervi, Collega stimatissimo, cotesto indirizzo e gli opportuni schiarimenti, informandovi a dirittura non già di tutti i tentativi e sperienze finora da me fatte sotto questo nuovo punto di vista, che sono in troppo gran numero, ma de' principali risultati, e che più decisamente comprovano i miei principj.

Digitized by Google

Coteste sperienze sono e più facili e più soddisfacenti, che non quelle coi soli conduttori di 2ª classe, riuscendo di destare le convulsioni nelle rane pur anche deboli, anche nelle preparate già da qualche tempo, e fino nelle imperfettamente preparate, cioè scorticate soltanto, o al più sventrate. Insomma quest'altro artifizio di due conduttori di 2ª classe, ma diversi di specie, che prendono in mezzo e combaciano un conduttore di 1ª classe, artifizio molto più efficace in generale che non l'altro di tre essi pure diversi, ma tutti della 2ª classe, lo è poco meno di quello riconosciuto già per così potente, e che fu il primo ad adoperarsi nelle sperienze di questo genere, o quello almeno intorno a cui si occuparono maggiormente i Fisici fino ad ora, cioè di due metalli o conduttori di 1ª classe diversi, che ne prendon di mezzo di quelli di 2ª, che rinchiudono uno o più conduttori umidi concatenati.

Ma veniamo senza più alle sper.ze.

Prendete un arco metallico perfettamente eguale ne' suoi due capi, non solo quanto all'intrinseco, cioè alla specie del metallo, alla lega, ma riguardo pure alla durezza, tempera, levigamento, ec.; giacchè anche queste accidentali differenze fan variare notabilmente l'azione sul fluido elettrico nel combaciamento di tal metallo con tale conduttore umido, come ho ampiamente dimostrato nella lett. 1ª. Appoggiate l'un capo di esso arco metallico ai muscoli delle coscie, e l'altro ai muscoli dorsali di una rana puntualmente e di recente preparata: con ciò non succederanno le note convulsioni e sbattimenti, se non qualche rarissima volta, ove cioè accada che il muscolo a cui si applica un capo dell'arco, essendo molle di umor acqueo, l'altro muscolo, a cui si applica l'altro capo, trovisi lordo di sangue, o d'altro umore assai diverso dall'acqua: nel qual caso ecco, che appunto un conduttore di 1ª classe, cioè quel tal arco metallico, trovasi in mezzo e a contatto di due di 2ª classe un dall'altro notabilmente diversi, quali sono l'umor acqueo da una parte, o quel qualunque umor viscido, o salino dall'altra.

Che l'effetto dipenda da questa diversità de' due umori si farà chiaro dall'osservarsi, che più non si eccitano le convulsioni toccando coll'istesso arco metallico da una parte e dall'altra gli stessi muscoli, dopo averli o ben lavati in acqua e detersi dall'aderente umor sanguigno o viscido, oppure imbrattati ugualmente di sangue, di sapone stemperato, o di qualsiasi liquor salino. Allora il conduttore di 1ª classe, quel tal metallo tutto omogeneo, essendo preso in mezzo e combaciato da due conduttori di 2ª classe ambi dell'istessa specie, le azioni sul fluido elettrico che nascono da' rispettivi combaciamenti e che si oppongono l'una all'altra riescono eguali; e non possono per conseguenza determinare esso fluido ad alcuna corrente o circolazione.

Suppongo in codeste sperienze, in cui l'arco di un sol metallo non occasiona alcun moto o convulsione nella rana la meglio preparata e la più eccitabile applicandone un capo ai muscoli o sostanza carnosa delle gambe, e l'altro

Digitized by Google

capo a qualsisia parte similmente carnosa del tronco, suppongo, dico, che codeste parti toccate, oltre al trovarsi egualmente monde e nette siano almen presso a poco dell'istessa consistenza, ed abbiano le rispettive loro superficie nè molto più ruvide nè molto più liscie.

Or simili appunto quanto basta soglion essere la carne nuda delle coscie, e quella del dorso nelle rane ripulite dopo la preparazione con detergerne bene il sangue ed ogni umor viscido, lavate e rilavate, se occorre, e discretamente prosciugate: e quindi è, che coll'applicazione dell'arco tutto dell'istesso metallo a tali parti similari non si eccitano le convulsioni, a meno che non si frapponga al luogo di questo o di quel contatto un qualche conduttore umido diverso dall'acqua, come si è indicato [2].

Ma se dissimili fossero notabilmente per sè stessi o nella durezza e consistenza, o nel levigamento, o in altro, i muscoli rispettivamente toccati dai capi dell'arco metallico omogeneo, potrebbero sibbene nascere le convulsioni anche senza l'interposizione di sangue, od altro umore viscido o salso; come accade infatti qualche rara volta. Ciò succede più facilmente se invece di applicare un capo del detto arco metallico omogeneo alle parti carnose e molli delle coscie, si applica ai muscoli più compatti e lisci delle gambe, segnatamente al gastrocnemio, e coll'altro capo si viene in seguito a toccare o i nudi nervi ischiatici, o la carne molle e mezzo stracciata del dorso; e meglio ancora se il contatto di tal muscolo gastrocnemio si fa nella parte inferiore del medesimo, dove presenta una superficie bianco-lucida, ossia colore di perla, e va divenendo duro tendine. Questo tendine ho già mostrato nelle due lettere precedenti essere così differente, in ordine alla virtù di cui si tratta, dalle parti carnose, molli, e di superficie men liscia come pure dai nudi nervi ischiatici che portandolo al contatto di codesti nervi o di tali parti carnose del tronco della nostra rana, non però ad un contatto immediato, ma coll'interposizione d'uno strato grosso o sottile di sangue o d'altro umore viscido, o salino (poichè debbono essere non meno di tre i conduttori diversi, come ho spiegato in dette Lettere e spiegherò ancora meglio tra poco) viene a determinarsi una corrente elettrica, non molto potente, è vero, ma pure valevole ad eccitare le convulsioni in tutti i muscoli delle gambe di essa rana, quando sia essa preparata a dovere, e molto sensibile. Or se tra il già detto tendine procedente dal muscolo gastrocnemio, e i nudi nervi ischiatici, od una parte carnosa qualunque del tronco s'interponga, invece d'uno o d'altro degl'indicati umori, un pezzo di metallo, se inducasi la comunicazione e compiasi il circolo, col nostro arco di un sol metallo, applicando acconciamente un di lui capo ad esso tendine e portando l'altro capo sopra i già detti nervi, o sopra qualsivoglia parte carnosa del tronco, oppure (ciò che in fondo è lo stesso) a questa parte medesima o ai nervi si applichi una lamina di quel metallo che si vuole, e adducasi quindi al contatto della medesima il gran tendine della gamba, si darà parimenti mossa ad una

Digitized by Google

corrente elettrica; e questa tanto più forte, quanto è più attivo un Conduttore e motore di 1ª classe verso i conduttori di 2ª, che non questi fra di loro comunque diversi di specie; tantochè si potranno in cotal modo eccitare le convulsioni anche in rane preparate già da qualche tempo, e languide a segno che non si risentono già più neppure col far toccare il detto tendine ai muscoli dorsali intrisi di forte liquor alcalino, che è, per quanto s'estendono le sperienze da me finora praticate, la più efficace fra tutte le prove co'soli conduttori di 2ª classe.

Molte volte, a dir vero, avviene il contrario, cioè che più facilmente si eccitino le convulsioni nella rana, facendo comunicare le gambe col tronco, cioè adducendo il noto tendine al contatto di esso tronco imbevuto di liquor alcalino che non stabilendo la stessa comunicazione coll'arco tutto di un metallo senza l'interposizione del mentovato liquore. Ma ciò succede trovandosi per avventura le rispettive parti animali toccate da detto arco non abbastanza umide, massime esternamente, e quindi poco deferenti: al qual difetto si rimedia sperimentando nell'altra maniera, cioè introducendo fra esse parti, fra il tendine della gamba e i nervi ischiatici, o qualsisia parte carnosa del tronco, il liquor salino, il quale nel mentre stabilisce la richiesta comunicazione delle medesime, viene anche ad umettarle sufficientemente.

A far che riescano bene le sperienze coll'unico pezzo di metallo, che tocca quinci le gambe e quindi i nervi ischiatici o il tronco della rana, e meglio assai che impiegando soli conduttori di 2ª classe, anche i migliori di tal classe, conviene che codeste parti animali trovinsi non che nell'interno, ma esternamente pure assai umide; e che l'umore che bagna la superficie del tronco, almeno que' punti ove ha da seguire il contatto, sia notabilmente diverso da quello che bagna la parte delle gambe che dee similmente venir toccata; e quanto più diverso tanto meglio.

Se pertanto l'un umore sarà acqua pura o quasi pura, e l'altro o sangue viscido o scialiva, o muco, od acqua salata, quello cioè che bagna qualunque parte delle gambe, e quello ond'è intriso tutto o parte del tronco, tosto che un metallo qualsiasi si applicherà in modo che venga a toccare le dette gambe da una parte e il tronco dall'altra ne' luoghi appunto che trovansi rispettivamente intrisi da tali umori diversi, si ecciteranno delle forti convulsioni in tutti i muscoli delle gambe della rana, se anche non sia la medesima rana sottoposta a tali prove dotata della massima sensibilità, che sia compitamente preparata: che se essendo tuttavia un umor acqueo o poco dall'acqua dissimile quello che immolla le gambe, l'altro onde inzuppasi il tronco sia acqua salata, o sapone stemperato, o un liquor acido, si eserciteranno le convulsioni e più facilmente, e più forti ancora eziandio in rane preparate da lungo tempo e in altre non finite di preparare, cioè sventrate soltanto: al che non giungono mai le prove coi soli conduttori di 2ª classe, sian quanto si vuole diversi. Anzi se il liquor salino sia un alcali ben saturo, come l'olio di tartaro (secondo la

Digitized by Google

vecchia nomenclatura); e il metallo che si interpone tra questo e il conduttore acqueo sia zinco (il qual metallo come in compagnia d'altri metalli, così anche solo si mostra essere il più potente di tutti nella virtù di smuovere mercè dei varî combaciamenti il fluido elettrico) si potrà persino eccitare delle contrazioni muscolari fino nelle rane neppure sventrate, ma solo trucidate e scorticate: insomma produrre col solo zinco interposto al liquor alcalino e ad un conduttore acquoso, un effetto maggiore di quello si produce con un arco conduttore di due metalli diversi tra loro, ma non molto, come argento e ottone, rame e ferro, stagno e piombo, a' quali s'interponga la stessa rana: giacchè con questi non si arriva mai a tanto di eccitar le convulsioni in una rana, di cui si siano snudati soli muscoli, e non i nervi; e appena ci si riesce con metalli assai più differenti in ordine alla virtù di cui si tratta, come argento e ferro, ottone e piombo, o stagno, piombo o zinco.

Ecco se non è vero quello che fin dapprincipio avanzai, cioè che riesce quasi tanto efficace questo nuovo artificio di un solo metallo o conduttore di 1ª classe interposto a due conduttori umidi o di 2ª classe, pur che questi siano molto diversi, quanto l'altro già da un pezzo conosciuto di due di 1ª classe molto pure diversi che prendano di mezzo uno, o più continuati di 2ª, dico, quasi tanto efficace; perchè poi con due metalli non molto, ma moltissimo diversi, come argento e certi... [³].

Digitized by Google

NOTE DELLA COMMISSIONE

ED AGGIUNTE TRATTE DAI MANOSCRITTI DI A. VOLTA

[1] *In Cart. Volt. J* 39 *e J* 50 *sono vari fogli con numerosissimi appunti di queste sperienze, alle quali il V. accenna anche nella* 3ª *e nella* 4ª *di queste lettere al Vassalli e nella* 1ª *al Gren* (§ 35).

[2] *Qui s'interrompe il Mns. L* 17*; la continuazione che segue è tratta da J* 33.

[3] *Qui finisce il Mns. J* 33. *Nel Mns. L* 17, *che ha uno svolgimento analogo al Mns. J* 33, *la lettera continua così:*

A scuotere e. g. una rana intiera e intatta, oppur decapitata soltanto e scorticata senza ulterior dissezione, ad eccitarvi le convulsioni toniche con due metalli applicati uno e l'altro al dorso o al ventre e alle gambe e così pure a indurre le stesse convulsioni in una od ambe le gambe con applicare ad esse sole i due metalli, non basta qualunque picciola diversità fra questi, come basta allorchè si applicano ne' modi soliti alle rane finite di preparare e neppur basta una diversità mediocre [4]; ma ci vuol grande: quella tra argento e ferro, tra ottone e piombo o stagno, non lo sono ancora abbastanza, o ci arrivano appena: per riuscir bene conviene dall'argento e. g. che è quasi ad un'estremità della scala venire fino al piombo, che sta presso a poco nel mezzo, oppure dal piombo allo zinco, che sta all'altra estremità. Or bene anche con un solo metallo, massime se sia zinco, io giungo ad eccitare le convulsioni nella rana intiera e intatta, o decapitata soltanto e scorticata, applicando una lamina del medesimo parte ad una gamba molto umida naturalmente o che bagno a bella posta con acqua, parte all'altra gamba, o alla schiena, quale gamba o schiena ho prosciugato prima da ogni umor acquoso, e dal sangue, indi intrise largamente di olio di tartaro.

[4] *La lezione della lettera* 5ª *pubblicata dal Cantoni finisce qui: il poco che segue trovasi su di un altro foglio rinvenuto dal prof. A. Volta J.r.*

Digitized by Google

XV.

LETTERA

AD

ORAZIO DELFICO.

Pavia, 13 *Aprile* 1795.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
Delf. Riv. pg. 49.	Cart. Volt.: **E 29.** **Copia** di provenienza Delfico, pure in Cart. Volt.

OSSERVAZIONI.

TITOLO:

DATA: da E 29.

Una minuta di questa lettera già in Cart. Volt. andò distrutta nell'incendio dell'Esposizione di Como 1899.

Copia della stessa fu gentilmente comunicata dal Senatore Troiano Delfico nel 1899, e da essa si trasse il testo qui pubblicato, salvo qualche correzione suggerita da E 29.

E 29 è un estratto della lettera, in due notevoli brani, intitolati dal V.: « Paragrafi di lettere al sig. Don Orazio Delfico ».

Digitized by Google

Digitized by Google

LETTERA

AD

ORAZIO DELFICO.

Pavia, 13 *Aprile* 1795.

Amico Car.^{mo}: e Pa.^{e}: stim.^{o}:

Comincio dal fare scusa a V: Ec: del tanto ritardo a rispondere a due sue compitissime, la prima delle quali ricevei al principio dell'autunno, l'altra al principio dell'inverno scorsi. Volevo io aspettare a risponderle d'aver parlato delle sue commissioni all'Ab.^{e} Re. Venni a Pavia verso la metà di 9bre, glie ne parlai; ma non potei conchiudere che egli eseguisse gli Elettrometri comparabili quest'inverno: è questa una fattura lunga, e fin verso le nostre vacanze estive non gli avanza tempo per eseguirli; promette però di farlo prima che io parta da Pavia, avendo bisogno della mia assistenza quale io presterò ben volentieri.

Sono andato ancora più innanzi colle mie ricerche sull'azione dei conduttori elettrici, massime metallici, sovra i nervi e i muscoli: de' Conduttori metallici, dico, posti a semplice contatto, ossia combaciati con conduttori di un'altra classe, cioè acqua ed altri fluidi non oleosi, e corpi anche solidi ma contenenti bastante dose di cotali fluidi; quali tutti e fluidi e liquidi dinoto brevemente col nome di *conduttori umidi*, chiamando *conduttori secchi* quei della prima classe, cioè tutti i metalli e semimetalli, varie miniere e piriti (delle quali, massime piriti, molte non la cedono in conducibilità ai metalli puri e perfetti) e i carboni vegetabili e animali. Tutte le esperienze ed osservazioni mi persuadono sempre più che la mossa al fluido Elettrico viene data dai conduttori medesimi applicati esternamente per propria loro virtù, la quale agisce per semplice combaciamento di due di essi dissimili, senza che vi sia bisogno di supporre sbilancio di detto fluido negli organi degli animali ex. gr. tra muscolo e nervo, o tra l'interno e l'esterno del muscolo come sostengono tuttavia i seguaci di GALVANI.

Digitized by Google

Così è: i conduttori, singolarmente metallici, non sono atti soltanto a tradurre l'elettricità già mossa o sbilanciata, come si è sempre creduto; ma hanno la virtù e il potere di muoverla essi, di turbare il riposo al fluido elettrico, di concitarlo e metterlo in giro, qualunque volta in un circolo compito trovisi, od un conduttore della classe dei conduttori umidi, tra due, della classe dei conduttori secchi, tra due, dico, di questi *dissimili*, o sostanzialmente, come oro, argento, mercurio da una parte, e piombo, stagno, zinco dall'altra, od anche solo per qualche accidentale diversità di tempera, di levigamento ec... Ovvero un conduttore secco tra due umidi parimenti diversi, come acqua pura, acqua salata, aceto, spirito di vino, inchiostro, liquori, acidi alcalini ec... latte, siero, sangue, mucco, saliva, orina, bile ecc... Con questo principio dimostrato da sperienze dirette si spiegano tutti i fenomeni della pretesa, secondo me insussistente, Elettricità animale, ed anche quello dell'eccitarsi qualche volta nelle più favorevoli circostanze le contrazioni nella rana preparata di tutto punto a maniera di GALVANI, senza l'intervento di alcun metallo, col far toccare, cioè, immediatamente le gambe, segnatamente il muscolo gastrocnemio, e meglio la sua parte tendinosa liscia e biancastra al troncone di spina, ossia ai muscoli della schiena gementi sangue od altro umore, o i nervi ischiatici intrisi parimenti. Con questa e simili sperienze pretendono i Galvaniani di trionfare, e che si dimostri un vero sbilancio di fluido Elettrico esistente fra i muscoli della gamba e i nervi che vi s'impiantano, o una vera *carica Elettrica* prodotta da virtù organica: ma io inclino molto più a credere, e sono anzi convinto che anche qui gli organi non sieno che *passivi*, semplici *Elettrometri*, cioè; e che la mossa al fluido, l'impulso originario proceda dal contatto di due conduttori dissimili in qualche modo, quali sono nella superficie almeno, e laddove si toccano il muscolo *gastrocnemio* col suo tendine da una parte vestito da una membrana bianco-lucida, e dall'altra i nervi crurali sanguinolenti, o d'altro umore intrisi, o la carne nuda e parimenti intrisa del dorso della rana di fresco preparata; e tanto più mi confermo in questa credenza, dacchè ad ottenere l'effetto delle convulsioni, che difficilmente, e rare volte riesce così, senza l'intervento, cioè, di alcun metallo, e solo nelle rane vivacissime, e di fresco preparate, non vale il contatto di qualunque siasi parte della gamba con qualunque del dorso, ma vogliono essere certe parti, o certi punti, e or questi or quelli secondo le circostanze, ma per lo più le indicate parti tendinose bianche verso il piede colle rosse o gementi umori sul dorso, ai confini del taglio, dacchè quando per avventura difficilmente si ottiene l'effetto, o più non si ottiene affatto dopo qualche tempo, si torna spesso ad ottenerlo con bagnare uno dei capi, singolarmente il dorso di scialiva, d'acqua salata, di spirito di vino, d'inchiostro, ed anche di sangue, e far che riesca il contatto in tali punti bagnati; all'incontro nulla succede, nè al principio, nè dopo bagnate bene e lavate le parti nell'acqua pura. Scorgesi pertanto chiaramente da queste sperienze,

Digitized by Google

e da altre molte da me in varie maniere istituite, che sarebbe troppo lungo il quì descrivere, qualmente l'Elettricità giuoca, ossia il fluido *Elettrico* è incitato e messo in giro per causa soltanto, ed in ragione della dissomiglianza fra loro dei conduttori che vengono a combaciarsi. Che se l'effetto, con tutta la dissomiglianza dei due conduttori della classe dei *conduttori umidi* è piccolissimo in confronto di quello [che] si ottiene con due conduttori dissimili della classe *secca*, con argento e. g. e stagno o zinco, gli è perchè, come sono questi incomparabilmente migliori conduttori di quelli, così sono anche *motori* più eccellenti, vale a dire posseggono l'indicata virtù da me scoperta di togliere al riposo e mettere in corrente il fluido Elettrico ad un grado assai più eminente.

Del resto il principio è il medesimo; ed estendendosi a tutti i conduttori, come io avevo congetturato fin da principio, (delle quali congetture feci parte fin dall'Estate del 1792 ad alcuni miei corrispondenti, specialmente al sig. VAN MARUM in due lettere che credo siensi pubblicate) acquista col divenir più generale sempre maggior fondamento.

La potenza che hanno i conduttori, massime metallici, di concitare il fluido Elettrico, e metterlo in corso, sendochè essendo due diversi, uno lo spinge avanti, e l'altro lo tira, od uno prevale all'altro nel tirarlo o spingerlo; e la somma eccitabilità dei nervi che vengono, trovandosi nel circolo conduttore investiti da tale corrente, massime [ove] sia questa obbligata a passare ristretta per essi nervi; rendono ragione del sapor vivo eccitato sulla lingua, del lampo dentro l'occhio, e della sensazione di dolore nell'interno delle palpebre verso la glandula lagrimale, siccome pure sul vivo delle ferite o piaghe recenti, ogniqualvolta queste parti sensibili entrino, come si è detto, nel circolo conduttore, porzione del quale formisi da due metalli molto dissimili, massime argento e zinco in contatto immediato fra loro, o coll'interposizione di altri metalli e il resto del circolo deferente sia formato da conduttori umidi. Tali sensazioni sono effetto immediato dello stimolo elettrico sovra i rispettivi nervi. Ma quando non sono *nervi del senso* quelli che il fluido elettrico invade ed attraversa nel suo corso, ma *nervi del moto*, nervi che reggono muscoli *flessori ed estensori*, e si eccita il moto corrispondente nei detti muscoli, può questo essere, ed io credo che sia sempre in tutto o in massima parte un effetto non già immediato del fluido elettrico, ma sibbene mediato o secondario: cioè, il fluido elettrico stimola ed eccita il nervo e questo poi, in qual maniera non sappiamo ancora, eccita alla contrazione il muscolo. Infatti non è bisogno, che il detto fluido scorra per il nervo fino al muscolo medesimo, come suppongono i sostenitori della teoria di GALVANI; no, non è bisogno che arrivi la corrente elettrica fino ad esso muscolo, basta che scorra un piccolo tratto del nervo solo, basta anche che ne attraversi soltanto la grossezza prima dell'inserzione di esso nervo nel muscolo. Stringasi dolcemente il nervo crurale snudato di una testuggine, o di una grossa rana, un pollice e mezzo sopra la sua inserzione nei muscoli

Digitized by Google

con una pinzetta d'argento, e una o due linee più sopra ancora stringasi con altra pinzetta di stagno, o meglio di zingo; quando si faran comunicare le due pinzette o immediatamente, o mediante un terzo metallo, nasceranno le violenti convulsioni nei muscoli. Io soglio eccitarle anche stringendo il nervo con una pinzetta sola, di cui una buona branca è di argento, l'altra di zingo.

Queste esperienze di eccitare la contrazione dei muscoli col far passare il fluido elettrico per un breve tratto solamente dei nervi, col pungere diciam noi essi nervi soltanto, salvo i muscoli, riescono pei nervi dei moti volontari, non già per quelli dei moti necessari ed involontari. Stimolati per tal modo i nervi del cuore, del ventricolo ec., non entrano punto nè il ventricolo, nè il cuore in contrazione. Per eccitare il cuore ad un raddoppiamento di battute, o per risvegliarvi le languide o già cessate, bisogna che la corrente di fluido elettrico invada ed attraversi la sostanza medesima di esso cuore. E ancora con questo, ancora colla viva scintilla della macchina elettrica difficilmente e poco si eccita. Questo muscolo come gli altri involontari, è molto più appropriato agli stimoli meccanici e chimici, che allo stimolo elettrico; e ricerca al dippiù, che lo stimolo gli sia applicato immediatamente: tutto all'opposto i muscoli de' moti volontari [1] si risentono molto più facilmente allo stimolo elettrico, e non hanno neppur bisogno che questo venga loro applicato immediatamente, che la corrente, cioè, del fluido elettrico arrivi fino ad essi; basta che cotesto fluido scorra per un tratto anche brevissimo de' nervi da cui sono tai muscoli retti, come le mie esperienze poco sopra riportate ed altre analoghe dimostrano.

Tutto questo ed altre analogie han fatto nascere in me una forte congettura, che del fluido elettrico appunto si serva la volontà per produrre le contrazioni nei muscoli soggetti al suo imperio. E di vero osservando che per il cuore, pei muscoli del ventricolo e degli intestini che trovansi più appropriati agli stimoli meccanici e chimici, si serve appunto la Natura di tali stimoli ad eccitarne le contrazioni cioè del sangue per il primo, de' succhi gastrici, degli alimenti e dell'aria per questi altri, perchè non crederemo che l'istessa economa Natura adoperi l'agente elettrico per que' nervi e muscoli che sono a questo appunto più che ad ogni altro stimolo appropriati? E tanto più quanto che non ha da fare grande spesa per fabbricare od elaborare un tale fluido, non ha bisogno di organi secretori per separarlo, di vasi per contenerlo, diffuso trovandosi esso naturalmente in copia in tutti i corpi, e presto a muoversi al minimo impulso ne' conduttori quali sono gli umori del corpo, i succosi nervi, e le umide fibre tutte quante; nè ha da impiegare grande sforzo, ma anzi il minimo bastando, come si è veduto ove s'ecciti tal corrente elettrica che in-

[1] *In Cart. Volt. E 29 trovasi:* « (*i muscoli flessori ed estensori*) ». [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

vada o attraversi un picciol tratto del nervo, acciò il muscolo soggetto entri nelle più violente contrazioni; corrente non già impetuosa e vibrante molto, ma sommamente blanda, a somiglianza di quella che nasce dal semplice contatto di due metalli dissimili, corrente, la cui tensione, ossia sforzo non giunge a vibrare il più mobile elettrometro, nè a vincere il minimo ostacolo di coibenza. Per tal modo adunque là nel cervello, ove metton capo i nervi tutti, l'azione della volontà otterrebbe i moti richiesti da muscoli e membri con non altro che imprimere un così lene moto al fluido elettrico, e determinare una cotal blanda corrente ne'rami o fili nervosi rispettivi: nè già fino all'inserzione loro ne' muscoli soggetti, che di tanto non è bisogno; ma per un tratto più o men breve dei medesimi; per un tratto che potrebbe non oltrepassare o di poco la sede stessa del cervello. — *Quam parvo molimine res magna!*

Si aggiunge molto peso alla nostra ipotesi se si considera la struttura de' nervi i quali sono tutt'altro che tubi cavi o canali, per cui possa scorrere qualsisia fluido liquido per sottile che s'immagini, con quella rapidità che duopo sarebbe al bisogno. Ma se niun liquore spiritoso od etereo può esser mobile e penetrante abbastanza per valicare di slancio cotali strade nervose, e il vapore elettrico all'incontro ha sovratutti tal facoltà di scorrere facilissimamente per entro a questi come per ogni altro deferente, qual altro dunque dobbiam credere che sia fuori di questo fluido che compie nei moti volontari le funzioni attribuite già dai Fisiologi a un supposto fluido nerveo dinotato vagamente col nome di *spiriti animali?* Questo fluido od agente animale unqua nè definito nè inteso, viene omai ad essere specificamente conosciuto, se diciamo che sia il vero fluido elettrico comune; del quale, se non l'intima natura, tante proprietà e leggi ci ha la Fisica sperimentale scoperte e messe in chiaro. Dietro queste idee non avrà nè la Fisica nè la Medicina a dolersi ch'io abbia rovesciato un sistema di elettricità animale, quello cioè di GALVANI e de' suoi seguaci, mentre un altro ve ne sostituisco, in cui fa pur anche una bella comparsa nell'Economia animale il nostro fluido elettrico, ed ha gran giuoco nella più nobile parte, qual'è quella dei moti volontarj, costituito in certo modo funzionario di essa volontà. Altri Fisiologi avean già supposta dell'analogia tra gli spiriti animali e l'etere, la luce, o il fluido elettrico, anzi alcuni han sostenuto una perfetta identità fra questo e detti spiriti, ma erano pure ipotesi destituite non che di prove, di argomenti probabili, secondo ciò che si conosceva allora delle leggi e fenomeni elettrici, e secondo la maniera onde immaginavano che giuocasse esso fluido elettrico, poco conforme, se non affatto contraria alle leggi medesime.

Però fu combattuta tal opinione da HALLER e quindi rigettata comunemente con una folla di argomenti e fisici e medici. Ora il nuovo aspetto sotto cui presento io la mia ipotesi non soggiace a tali e tante obbiezioni, e essa altronde non è vaga, arbitraria, ma fondata sopra analogie e convenienze decise.

Digitized by Google

Avrei molte altre cose; ma la lettera è già molto lunga. Finisco dunque col pregarla della continuazione della sua padronanza ed amicizia, e di passare i miei complimenti al degnissimo suo zio, e col maggiore ossequio mi protesto

Di Lei Am.co Car.mo e Pad.ne Stim.mo

Pavia 13 Aprile 1795

Div.mo Obb.mo Ser.re e Amico
ALESSANDRO VOLTA.

Digitized by Google

XVI.

LETTERE

AL

PROF. FRANCESCO MOCCHETTI

Digitized by Google

Digitized by Google

XVI (A).

LETTERA PRIMA.

Pavia, 5 *Giugno* 1795.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
Mocc. pg. 34. Mont. pg. 115.	Cart. Volt.: E 31; J 18; **J 19**; J 27.

OSSERVAZIONI.

TITOLO:

DATA: da E 31.
in Mocc. ed in Mont. erroneamente sta scritto 1794.

E 31, Minuta quasi identica della seconda parte.

La scala dei poteri elettromotori trovasi anche in Cart. Volt., J 18, e se ne trova una prima traccia al N. 8 D e un altro abbozzo in J 27 (vedi N. 13 C).

J 19 contiene la scala dei poteri elettromotori identica a quella comunicata al Mocchetti, salvo lo spostamento delle « Miniere d'argento » dal XIX al XXXIV posto. Seguono alcune considerazioni sulle varie sostanze enumerate che si pubblicano.

Digitized by Google

Digitized by Google

LETTERA PRIMA.

All'amico carissimo Dott. Francesco Mocchetti

a Vienna.

Grandissimo piacere mi ha recato la lettera, ch'ella si è compiaciuta di scrivermi fin dal passato dicembre da Gottinga, con un estratto della memoria del dott. PFAFF; e se ho tardato tanto a risponderle, si è perchè, volendo farlo diffusamente, non ne ebbi tempo per qualche mese, e in seguito temetti, ch'ella fosse già partita da Gottinga, onde non sapeva dove indirizzarle le lettere. Ora un'altra favoritissima sua del 24 aprile da Vienna, mi indica trovarsi V. S. Riv. in cotesta città, dove m'immagino si tratterrà lungamente: le scrivo dunque a Vienna, ringraziandola primieramente dell'una e dell'altra lettera sua, che mi furono graditissime, e di quella dell'amico LICTHENBERG, da lei trasmessami, che mi fu pure molto cara. Or mi faccio alla memoria di PFAFF. Mi spiace di non averla potuto vedere, come tante altre sul soggetto in questione; come mi spiace d'esser privo del Giornale fisico di GREN, per la provvista del quale ho fatto replicatamente, ma senza frutto, istanza ai soprantendenti alla Biblioteca dell'Università. Quanto però ai risultamenti delle sperienze del citato PFAFF, ch'ella mi nota, trovo che sono molto conformi ai miei, e credo di averlo in tutto prevenuto colle mie sperienze, parte già pubblicate, parte non pubblicate, ma mostrate a varj intelligenti, sì nazionali che esteri, sono due anni e più. E in primo luogo quanto all'essere non che buonissimi conduttori, ma sibbene eccitatori molto attivi, diverse miniere e piriti o *solfuri metallici*, in cui abbonda assai più il solfo, che la materia metallica, è scoperta mia, di cui ho fatto cenno già più di un anno fa, in una lettera stampata nel Giornale del Dott. BRUGNATELLI, con queste parole: [*]....*dei metalli, delle miniere (molte delle quali sì ricche che povere di metallo, e le piriti stesse ho pur trovato che non la cedono ai regoli metallici) e del carbone di legna, il quale, per la virtù di cui si tratta, non meno che per quella di essere eccellente conduttore, va posto in compagnia dei metalli.* Ma le sperienze mie sopra un gran numero di tali piriti e miniere, di cui tengo nota, e le quali ho mostrate, almeno le principali, a molte persone intelligenti, datano da due anni e più. Ecco un estratto di tale nota.

---

[*] *Lettera seconda al Vassalli, pag. 274 di questo volume.*

Digitized by Google

Miniere di rame.

1. *Miniera di rame epatica.* Molto rame, ma in istato calciforme (ossidato), e senza punto di brillante metallico.	Nè buon conduttore, nè eccitatore in alcun grado (dinoto con 1, 2, 3, 4 gradi l'azione debole, mediocre, forte, fortissima).
2. *Miniera di rame vitreo.* Ricca con poco solfo, e avente brillante metallico.	Buon conduttore ed eccitatore forte da 2 a 3 gradi.
3. *Miniera di rame bianca arsenicale.*	Buon conduttore, eccitatore in 2 gradi.
4. *Rame piritoso.* Men ricco di metallo della miniera epatica N. 1. Pezzo compatto non cristallizzato, di un verde sporco.	Ottimo conduttore, eccitatore fortissimo di 4 gradi.
5. Lo stesso *rame piritoso* cristallizzato.	Conduttore imperfetto, eccitatore debole di 1 grado.
6. *Miniera di rame grigia calibea.*	Conduttore imperfetto, eccitatore di 1 grado.
7. *Rame nativo.*	Conduttore buono, eccitatore di 2 gradi.

Miniere di ferro.

8. *Miniera di ferro nera.* Ricchissima, o ferro nativo un poco ossidato.	Conduttore buono, eccitatore di 1 grado.
9. *Ematite rossa.* Ricca di ferro, ma avente un aspetto terroso, attraibile, ma poco, dalla calamita.	Conduttore passabile, eccitatore di 1 grado.
10. *Ferro specolare.* Più ossidato del precedente, non attratto dalla calamita.	Conduttore imperfetto, eccitatore meno di 1 grado.
11. *Ferro micaceo.* Non attraibile. Ferro con molto ossigene, ossia calcinato come lo specolare.	Conduttore imperfettissimo, eccitatore nullo.

Digitized by Google

12. *Ferro piritoso.* Pasta compatta non cristallizzata: attraibile dalla calamita. Ferro e solfo in dosi quasi eguali.	Conduttore perfetto, eccitatore ottimo in 4 gradi.
13. *Ferro piritoso in parte decomposto*, ossia *ossidato*, detto anche *epatico.*	Conduttore cattivo, eccitatore nullo.
14. *Calamita.*	Come la miniera di ferro nera N. 8, anzi meglio, cioè eccitatore in 2 gradi.
15. *Pirite sulfurea cubica*, e *pirite dodecaedra* dell'Elba, molto splendente. Contiene 15 solamente di ferro e 70 di solfo; il resto argilla, arsenico, ecc.	Conduttore assai buono. Eccitatore in 4 gradi: un poco meno però del rame piritoso N. 4.

Miniere di piombo.

16. *Galena compatta.* Frattura densa. Piombo e solfo.	Conduttore passabile. Eccitatore in 2 gradi.
17. *Galena tessulare.* Piombo e solfo in piccola dose.	Conduttore buono. Eccitatore in 3 gradi.
18. *Miniera di piombo terrosa.* Contiene moltissimo metallo, ma calciforme, ossia ossidato.	Cattivo conduttore. Eccitatore nullo.

Miniere d'argento.

19. *Argento vitreo.*	Conduttore poco buono. Eccitatore in 1 grado.

Miniere di stagno.

20. *Stagno cristallizzato*, detto comunemente *Granato di stagno.*	Conduttore imperfetto. Eccitatore in 1 grado.

Digitized by Google

Miniere di zinco.

21. *Pseudogalena cristallizzata.*	Conduttore imperfetto. Eccitatore nullo.
22. *Pseudogalena non cristallizzata.*	Lo stesso.

Miniere di mercurio.

23. *Cinabro epatico.*	Lo stesso.

Miniere di antimonio.

24. *Antimonio nativo un poco arsenicato.*	Conduttore passabile. Eccitatore in 2 gradi.
25. *Miniera d'antimonio grigia compatta a frattura densa.*	Conduttore cattivissimo. Eccitatore nullo.
26. *Miniera d'antimonio* detta comunemente *radiata*, risplendentissima.	Lo stesso.

Miniere d'arsenico.

27. *Arsenico nativo testaceo.*	Conduttore ottimo. Eccitatore in 4 gradi.
28. *Pirite arsenicale cristallizzata*, con brillante metallico.	Lo stesso.

Miniere di cobalto.

29. *Miniera grigia di cobalto.* Cobalto con solfo e un poco d'arsenico.	Conduttore buonissimo. Eccitatore in 4 gradi.

Miniere di bismuto.

30. *Bismuto nativo.*	Conduttore buonissimo. Eccitatore in 4 gradi.

Digitized by Google

Miniere di nikel.

31. *Nikel nativo.*	Conduttore buono. Eccitatore di 3 in 4 gradi.

Miniere di manganese.

32. *Miniera di manganese grigia radiata*, splendente.	Conduttore ottimo. Eccitatore in 4 gradi.

Miniera di molibdena.

33. *Molibdena galenica.*	Conduttore cattivo. Eccitatore nullo.

Miniera Tungstenica.

34. *Oranite. Spuma Lupi.* KLAPROTH la vuole un metallo nuovo; ma si crede più comunemente essere manganese unito all'acido tungstenico.	Conduttore passabile. Eccitatore in 1 grado.

Sostanze affini ai metalli, o analoghe per virtù elettrica [1].

35. *Piombaggine. Carburo di ferro.*	Conduttore ottimo, ed ottimo eccitatore, più cioè dell'argento, e come il rame piritoso N. 4.
36. *Carbone di legna* di buona qualità e ben cotto (convien scegliere i pezzi tra molti).	Lo stesso; anzi meglio. [2]

Da ciò si vede, che aveva pur io trovato prima del dott. PFAFF, che i *solfuri metallici* sono buonissimi eccitatori elettrici e conduttori nulla o poco inferiori ai metalli medesimi, sebbene contengano molto solfo per sè stesso coibente, e poca sostanza metallica; e che all'incontro altre miniere più ricche di metallo, ma ove questo trovasi in istato di calce, ossia *ossidato*, sono cattivi conduttori, e quindi o nulla o pochissimo eccitatori.

Digitized by Google

colle gambe in un altro, e intingendo di qua e di là i capi di un arco o tutto d'argento, o tutto di zinco ben lavati prima, non si eccitano le convulsioni; le quali poi si eccitano più o men forti, se asciugato un capo dell'arco dell'acqua pura, si sporchi anche leggermente d'acqua salata, di scialiva, di sangue, di muco, di orina, di aceto, o di altro liquor salino, singolarmente di una soluzione satura di alcali od anche di sapone. Che se ambedue i capi dell'arco metallico si sporchino egualmente di uno stesso umore, nulla succede: nettatone un solo, ecco di nuovo le convulsioni alla prova; che più non si ottengono nettati bene ambedue i capi col diguazzarli e. g. nell'acqua ecc.. Si può anche immergere al modo solito la rana in due bicchieri contenenti uno un liquore, e l'altro un altro, e. g. acqua e sangue, massime denso e vischioso, acqua e chiara d'uovo, acqua e soluzione carica di sapone, latte e olio di tartaro; e allora intingendo i capi dell'arco metallico qualsiasi si otterranno le convulsioni tutte le volte, finchè mantiensi in vigore la vitalità nell'animaletto. Ho variato in moltissime altre maniere queste sperienze; le quali tutte mi hanno comprovato, che se il mezzo più efficace di eccitare le convulsioni è quello di introdurre nel circolo conduttore, di cui fa parte la rana ecc., due metalli diversi, che si toccano fra loro interposti a conduttori umidi quali essi sieno; un altro mezzo meno efficace, ma che pur riesce fino ad un certo segno, si è quello di un sol metallo (o di due o più, eguali negli estremi dell'arco che formano) interposti a due conduttori umidi dissimili.

Finalmente anche senza l'intervento di alcun metallo possono ottenersi nelle rane preparate di fresco ed estremamente vivaci delle convulsioni, se nel circolo conduttore vengano a toccarsi due della classe de' conduttori umidi fra sè diversi: come se si pieghi una gamba della rana medesima a far arco conduttore, e portisi al contatto de' muscoli dorsali, o di altra parte carnosa del tronco, l'estremità del muscolo gastrocnemio, la parte cioè tendinosa del medesimo, o il resto del piede parimenti duro e tendinoso: non così se si faccia il contatto della parte polposa superiore della stessa gamba colla carnosa del tronco ecc., a meno che sia esso tronco intriso di sangue viscido o d'altro umor glutinoso, nel qual caso succede talora che si eccitino le convulsioni, qualunque parte della gamba non egualmente intrisa venga a quel contatto, ed anche se vi porti un dito o la punta della lingua una persona, che tien sospesa pei piedi la rana. Insomma quando ciò succede è manifesto che vengono al contatto due *conduttori dissimili*, condizione assolutamente necessaria, e da cui tutto dipende. In prova di che, se si lavi ben bene la rana così preparata nulla più succede, avvegnachè mantenga la sua somma eccitabilità. Ma volete che di nuovo si eccitino come prima, anzi meglio le convulsioni? Sporcate di sangue glutinoso, o meglio di sapone ammollito, o meglio ancora di olio di tartaro, tutto o parte del tronco, e ripiegate addosso la gamba a quel luogo, e l'esperienza molte volte vi riuscirà, se non al principio, qualche tempo dopo.

Digitized by Google

Riesce qualche rara volta, e solo con rane vivacissime e appena preparate, se poste al solito colle gambe di qua e il tronco di là in due bicchieri d'acqua, s'intinga in uno un dito netto o bagnato d'acqua, e nell'altro un altro dito sporco di sangue o di qualche altro umor vischioso, o di sapone stemperato, o di acido vitriolico, o meglio di tutto d'olio di tartaro. Men difficile è riuscire servendosi per arco conduttore di un pezzo di gelatina, di chiara d'uovo cotta, di formaggio, di colla di farina cotta, di cui un capo solo s'intinga in acido vitriolico, in sapone stemperato, o in liquore alcalino concentrato: pur non si riesce che ne' primi momenti dopo la preparazione, e con rane molto robuste e vivaci.

Dopo che non si riesce più in nessuna maniera co' soli *conduttori umidi*, per quanto siano *diversi*, si riesce ancora col mezzo assai più efficace di *un metallo* qualsiasi, ma singolarmente dello zinco, introdotto nel circolo conduttore, però fra due *conduttori umidi dissimili*, massime fra acqua ed umori vischiosi, salini e sopra tutto alcalini; e quando finalmente non si riesce più in alcun modo con un solo metallo, sian quanto si voglia diversi i conduttori umidi, cui trovasi interposto, succedono ancora benissimo le convulsioni col mezzo sopra ogni altro efficacissimo di due metalli diversi, e tanto meglio quanto più sono distanti tra loro nella scala sopra indicata. Intorno a che giova osservare, che con questo mezzo solamente riesco ad eccitare le sensazioni di sapore nella lingua, di luce nell'occhio, di dolore nelle ferite ecc., e le convulsioni e contrazioni muscolari anche senza snudare i nervi, anche nella rana intiera e intatta; laddove nè con un metallo solo, nè con due pezzi di metallo dell'istessa sorte, e molto meno senza alcun metallo, non giungo mai ad eccitare nè quelle sensazioni, nè questi moti, e neppure alcuna convulsione nelle gambe della rana scorticata e sventrata, se non taglio via tutto attorno ai nervi crurali, lasciando attaccate per questi soli dette gambe al tronco: solamente dunque con questa compiuta preparazione (mercè della quale si rendono tanto più eccitabili i nervi, quanto più raccolta passa per essi la corrente elettrica, altra strada non essendovi pel tragitto che essi soli) si possono ottenere gli sbattimenti di esse gambe, sia con metalli dell'istessa sorte, sia anche senza l'intervento di alcun metallo, ove abbiavi diversità tra conduttori non metallici, della classe cioè dei conduttori umidi, che entrano nel circolo; ed anche questa difficilmente e a stento: dal che si rileva sempre più quanto meno sieno efficaci tali mezzi, massime quello in cui non s'adoperano metalli...

Finisco con assicurare V. S. Riv. della mia stima ed amicizia, e sono

Da Pavia 5 giugno 1795.

Suo divot. ed obbl. Servitore ed Amico
ALESSANDRO VOLTA.

Digitized by Google

NOTE DELLA COMMISSIONE

ED AGGIUNTE TRATTE DAI MANOSCRITTI DI A. VOLTA

[1] *Questo titolo, forse per dimenticanza, manca tanto in Mont. che in Mocch.; esso è tratto da J* 19.

[2] *In J* 19 *alla Scala dei poteri elettromotori segue questo brano interessante:*

§. Ecco già 36 corpi (e quanti altri ve ne avrà), i quali non sono puri metalli, non esistono nel vero e proprio stato metallico, o di regolo, ma bene più o meno alterati, e misti di materie eterogenee, alcuni ancora contenenti scarsa dose di sostanza metallica, altri che punto o poco partecipano di tal natura; eppure si comportano come metalli nel dare mossa al fluido elettrico, applicati come questi a combaciamento dei corpi umidi, onde eccitano del pari il sapore sulla lingua ecc. Il più maraviglioso è che alcuni, cioè il *rame piritoso* n° 4, la *Piombaggine* n° 35; e il carbone n° 36 prevalgono a qualsisia vero metallo, ossia stan sopra all'argento, all'oro e agl'altri che già assegnai al primo ordine; comunque non siano nè i più ricchi di materia metallica, nè quelli che hanno più brillante; ma anzi tra i meno partecipanti di tali qualità. Molti poi trovansi o eguali o poco inferiori all'argento, tal che possono stare con lui nello stesso 1° ordine, e sono i n.i 12, 15, e quelli dal 26 al 31, inclusivamente. A questi, come si vede, ne vengono appresso degli altri sempre degradanti, in guisa che giù discendendo al 2°, e al 3° degli ordini già da me disegnati, vengono così bene riempiuti gl'intervalli che ormai possiam riguardar quasi tutti i corpi annoverati ed altri minerali ....[3].... in un coi metalli veri, semimetalli, e un gran numero di leghe metalliche, un ordine solo o lunga serie continuata, dal carbone, che sta in cima, e a cui vien dietro la piombaggine, il rame piritoso, l'argento ecc. fino al piombo. Egli è solamente da quest'ultimo allo zinco, che si passa, lasciando fuori lo stagno di cui or ora parleremo, un gran salto, tanto avendovi per avventura d'intervallo tra il zinco e il piombo, quanto tra il piombo e l'argento, indi pure tra il piombo e il carbone: infatti non è men forte il sapore che prova la lingua cimentata coll'applicarvi convenientemente i due zinco e piombo, di quello sia allorchè le si applicano in egual modo piombo ed argento, piombo e rame piritoso, od anche piombo

Digitized by Google

e carbone: riesce poi coerentemente il medesimo sapore più forte del doppio, per quanto può il senso giudicare, vivissimo e pungentissimo, lasciando il piombo, che tiene come dicemmo il posto di mezzo, si contrappongono gli estremi opposti, cioè zinco da una parte, dall'altra argento, rame piritoso, piombaggine, o meglio ancora carbone scelto.

§. Or ella è cosa anche questa sorprendente, che tanti avendovi e metalli ed altri corpi intermedj (in ordine alla virtù elettrica, di cui si tratta) scendendo dall'argento al piombo, e meglio cominciando dal carbone, tanti metalli, semimetalli e leghe, tante leghe di diversi metalli, tante miniere e piriti, non si truovi poi dal piombo fino allo zinco cotanto lontano, se non lo stagno; e che questo solo nelle varie sue modificazioni presenti alcuni gradi in questo grande intervallo. Lo stagno di commercio fra noi usuale, che non è stagno puro, sta appena sotto il piombo. Un poco più sotto sta lo stagno fino, d'Inghilterra, e quello di Fiandra. Ma distano ancora assai dal zinco; finora ho trovato solamente lo stagno battuto in foglie sottili, quello stagno de'libretti, di cui si fa uso per inargentare a falso, come pure quello, di cui è coperta la carta, detta volgarmente carta d'argento, che s'accosti ad esso zinco, tanto che alcuni di tali fogli stagnati (alcuni, dico, che convien scegliere a prova), lo raggiungono pur anco; in guisa che si giunge ad eccitare con essi contrapposti all'argento (e meglio al rame piritoso, alla piombaggine, al carbone) nell'una maniera il sapor acido tanto vivo e pungente, nell'altra l'alcalino tanto acre e rabbioso, quanto appunto col zinco contrapposto similmente agli stessi carbone, argento ec. Quindi è, che di questi fogli stagnati scelti fra molti soglio servirmi a preferenza del zinco, per essere più comodi, e maneggiabili.

§. I corpi sopra descritti (§.) non sono tutti buoni Conduttori dell'elettricità, e nessuno lo è di quelli, la di cui sostanza metallica per abbondante che sia, trovasi sensibilmente ossidata, ossia in istato di cola, come la miniera di rame epatica 1); il ferro specolare, e il micaceo 10) e 11); la miniera di piombo terroso 18). In generale la conducibilità l'ho trovata corrispondente alla virtù di eccitare il sapore ec. e non in rapporto alla quantità di materia metallica. Così il carbone di buona qualità, 36) la piombaggine 35), il rame piritoso 4) son perfetti conduttori tanto come i migliori metalli; almeno non vi ho scorta differenza nella vivacità delle scintille elettriche provocate da questi o da quelli. Dopo i già detti è conduttore quasi egualmente buono il ferro piritoso 13); la pirite sulfurea cubica di ferro 15) quantunque contengano quella egual dose, e questa molta maggior proporzione di solfo di sua natura coibente, che ferro. All'incontro la miniera di ferro nera ricchissima 8), e l'ematite rossa 9) non eccitano punto scintille piene e sonore, presentate ad un conduttore ben elettrizzato, ma picciole e stentate con quel cigollo che indica la poca permeabilità al fluido elettrico. Che più? La miniera d'antimonio grigia o compatta o cristallizata, la radiata, comunque ricca di metallo 24) e 25)

Digitized by Google

e con tutto il brillante metallico è così cattivo conduttore, che non dà scintille chiare. Io presentava un pezzo di tal miniera al primo conduttore tenendolo fralle dita in modo, che ne sporgesse alquanto; e le scintille provocate schivando il pezzo piegavansi piuttosto a colpire il dito ec.

Riconosciuti per così buoni Conduttori .....[4].....

[3] *Parola illeggibile nel Mns.*

[4] *Il Mns. qui s'interrompe.*

Digitized by Google

XVI (B).

LETTERA SECONDA.

Agosto 1795.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
	Cart. Volt.: **E 32*f*; E 33*g*; J 30 α; J 35; J 36**; J 37; J 38; J 65; **M 36.**

OSSERVAZIONI.

TITOLO:

DATA: da E 32*f*.

E 32 f, E 33 g, E 33 g″ α, J 35, J 36: frammenti vari ed estesi.

J 30 α, J 37, J 38, J 65: brevi frammenti di cui J 65 molto analogo a E 33 g″ α.

I frammenti della prima serie vengono pubblicati nell'ordine indicato e staccati, non essendo possibile una completa ricostruzione della lettera.

In Cart. Volt. M 36 è la lettera autografa del prof. Mocchetti da Vienna in data 23 giugno 1795 alla quale il V. risponde con questa « Lettera seconda ». Se ne pubblica un tratto interessante.

Digitized by Google

Digitized by Google

LETTERA SECONDA.

Agosto 1795.

I° Frammento della 2ª Lettera al Mocchetti [*E* 32 *f*].

In Patria ho ricevuto la car.ma sua de' 23 Giugno (1) dalla quale intendo con piacere il nuovo giro ch'ella ha fatto per l'Ungheria e la Polonia ad oggetto di arricchirsi di cognizioni intorno alla Letteratura, massime medica, di que' paesi. La V. S. Ill.ma non è stata pienamente soddisfatta dello stato in cui vi si trova la Scienza; non ha però lasciato di raccogliere qualche frutto dalle osservazioni.

---

(1) *Ill.mo Sig.re*

Solamente ieri di ritorno dall'Ongheria, e dalla Polonia mi fu recato il venerato di lei foglio dattato dai 5 Giugno, in cui Ella si compiacque di trascrivermi le nuove ed interessanti esperienze risguardanti l'elettricità animale. Io non saprei spiegarle la soddisfazione, che ne ho ritratto dalla lettura replicata di queste osservazioni, e tanto più perchè mi sono persuaso a tutta prova, che i Tedeschi il più delle volte si arrogano il difficile titolo di *scopritori* in quelle istesse materie, in cui gli Italiani preventivamente si sono distinti. Non ho io forse letto ne'risultati degli esperimenti, ch'Ella tentò sovra le *diverse miniere* e *piriti*, o *solfuri metallici* tutto il contenuto della dissertazione del Dr. PFAFF? E siccome l'epoca, in cui furono le giudiziose di Lei osservazioni pubblicate in Italia è fuor d'ogni dubbio anteriore a quelle di PFAFF: non ho io perciò ragione di chiamarli inventori d'opinioni, e non di fatto?

Mosso da questa ragione mi lusingo, ch'Ella mi permetterà di farne una traduzione in tedesco per inserirla quindi nel Giornale di Vienna, e in quello del celeb. BALDINGEN a Marburgo. S'Ella credesse egualmente opportuno d'aggiugnervi qualche altra posteriore osservazione non mi defraudi il piacere di trascrivermela, ch'io mi darò l'onore d'inserirla, ove Ella stimerà più a proposito. E tanto più volontieri lo faccio per mostrare all'Allemagna, che i soli PFAFF e KIRKMEYER non sono *i scopritori* di questo fluido elettrico animale, ma bensì, che si deve all'Italia l'onore di una tale scoperta, che ben conosciuta e diretta potrà forse un giorno tornare a gran vantaggio nelle morbose affezioni.

Vorrei egualmente poter soddisfare la dotta di Lei curiosità col procurarle una copia della Memoria del sudd.to Dr. PFAFF; e perciò scrissi al Profess. GMELIN di Gottinga, il quale

Digitized by Google

Riguardo all'estratto delle mie sperienze e spiegazioni che fa il soggetto della lunga lettera che le scrissi due mesi sono, non ho difficoltà, che Ella lo pubblichi in alcuni di cotesti Giornali; anzi mi piacerebbe, che venisse inserito in quello di GREN, oppure mandato al sig. GEHLER di Lipsia, autore dell'eccellente Dizionario di Fisica (Physikalisches Wörterbuch), il quale ha così bene esposte in varj articoli le altre mie idee sull'Elettricità. A questo suo incomparabile Dizionario compito già in 4 parti, ossia tomi assai grossi, l'ultimo de' quali comparve nel 179..., ha promesso fin d'allora di aggiungere con un 5° tomo un ampio supplemento; quale ha annunciato alcuni mesi sono, che uscirà infallibilmente per la Fiera di S. Michele. Potrebbe dunque ancora arrivare in tempo tale mio scritto al sig. GEHLER, per farne uso. Ciò che mi dispiace è che avendolo io steso in fretta, senza alcun pensiero che dovesse pubblicarsi, ho presentato molte cose alla rinfusa come venivano, molte altre ne ho tralasciate per brevità onde manca al tutto l'ordine e la chiarezza; molto meno ho posto studio nelle frasi e nello stile. Mi bastava di farmi intendere da V. S. Ill.ma. Or dunque sia sua cura il migliorarmi in tutto nella traduzione tedesca, che intende farne. Io intanto aggiungerò in questa 2ª lettera alcun'altra cosa sul soggetto. Descriverò alcune altre sperienze, esporrò nuove osservazioni a ulteriore schiarimento della materia; e finalmente mi avanzerò a proporre delle nuove viste e idee.

Fin dal principio ch'io mi applicai a ripetere e variare le belle e luminose sperienze di GALVANI, sulle convulsioni eccitate nelle rane ed altri animali da un'elettricità in certo modo spontanea, provocata cioè senza macchina elettrica, senza carica di sorta, senza stropicciamento, colla semplice applicazione di conduttori metallici, cioè fin dalla primavera del 1792, scopersi che non era assolutamente necessaria quella preparazione della rana, ch'egli pre-

---

potendola avere non mancherà di spedirmela a Vienna, ch'io poi colla prima occasione gliela farò tenere a Pavia. Ho fatto già alcune ricerche in queste librarie, come pure a Lipsia, ma non mi fu possibile il trovarne un esemplare. Si dice però, che l'Autore in seguito ad altre nuove esperienze abbia fatto molte aggiunte alla sudd.ta dissertazione, e che in breve ne farà una seconda edizione.

. . . . . .

. . . . . .

Mi obbligherà moltissimo, se mi favorirà soventi di parteciparmi le sempre nuove ed interessanti osservazioni, ch'Ella fa prodigiosamente a vantaggio ed ornamento della Fisica; ed io non mancherò di testificarle quella stima e venerazione, che le professo per ogni titolo grandissima, e con cui ho l'onore di rassegnarmi

di Vs. Ill.ma

divotiss. Obbl. Um.le
suo servidore FRAN.co MOCCHETTI.

Li 23. *Giugno* 1795. *Vienna.*

Digitized by Google

scriveva, con cui lasciansi attaccate le gambe al dorso per i soli nervi crurali, e neppure di snudare in alcuna parte nervi sia di esse rane, sia d'altri animali, che si ottenevano convulsioni, e moti violenti in tutte le parti del corpo di una rana soltanto scorticata, ed anche intiera e intatta, se la pelle fosse ben umida, nelle anguille, ed altri pesci parimenti scorticati od intieri, nelle lucertole scorticate, ne' polli, sorci, conigli, agnelli ec.; o spogliati solo degli integumenti sul dorso, o al più scarnati fin presso allo scoprimento di qualche grosso nervo come l'ischiatico ec. così pure le contrazioni di un sol muscolo della coscia, della gamba ec. di qualunque animale, o lasciato al suo luogo, e snudato soltanto, o snudato e reciso ed anche di un picciolo pezzo di muscolo; che tutti questi effetti si ottenevano, siccome con una blanda elettricità artificiale non però estremamente debole; così ancora colla semplice applicazione di due conduttori metallici fatti comunicare tra loro per compiere il circolo, i quali però fossero tra loro dissimili, e dissimili molto come argento e stagno. Che se simili si trovassero, come argento e argento, piombo e piombo, o poco dissimili come oro e argento, piombo e stagno, non valevano ad eccitare i moti applicandoli comunque ai soli muscoli; sebbene poi riuscissero mediante la preparazione sopraindicata, di scoprire cioè e staccare tutt'intorno il nervo, e disponendo le cose in guisa, che la corrente elettrica dovesse passare tutta raccolta per esso nervo. Ecco come la preparazione della rana alla maniera di GALVANI giova cotanto; la cosa va a tal segno, che dove per iscuotere la rana intiera coll'elet.ª art.le vi vuole p. e. che la scarica sia forte di 1 grado, del Quad. Elett. di HENLY, o di 10 dell'Elettrometro di CAVALLO, per iscuoterla dopo essere stata sventrata, basta di ¼ di grado; e finita poi di preparare basta anche meno di $^1/_{20}$ e di $^1/_{30}$ di grado: una carica cioè della boccetta, impercettibile a qualsiasi più delicato Elettrometro e solo valutabile coll'artifizio del mio Condensatore.

La sperienza è bello farla così. Si faccia una catena di persone delle quali alcune dandosi mano immediatamente, tra altre facciano anello di comunicazione delle rane, quì una intiera, là una scorticata, e sventrata, e tra due altre una terza preparata di tutto punto; per la buona riuscita dell'esper.ª conviene che le persone abbiano le mani umide, acciò non trovi impedimento a passare per questa via la debole corrente elettrica, e stiano sopra un pavimento non umido acciò per questa altra strada non si devii. Così disposte le cose la prima persona della catena impugnando la boccetta di Leyden leggermente carica tocchi coll'uncino l'ultima: se la carica arrivava ad 1 grado dell'Elettrometro di CAVALLO a pendolini, ossia a paglie sottili ancor più sensibile, le persone non sentiranno niuna scossa; troppo lunga essendo la strada che offrono al passaggio della corrente elettrica; ma la sentiran bene le rane, anche la mezzo preparata, e la non preparata del tutto. Or si ripeta la prova con la boccetta carica soltanto ¼ di grado: non si convellerà la rana intiera; ma solo le altre due. Finalmente si diminuisca ancora la carica (con dividere e. g. quelle di 1 grado

Digitized by Google

sopra un'altra boccetta di eguale capacità, indi il residuo sopra un'altra, poi questo quarto sopra un'altra ec.) tanto che non rimanga più che per $^1/_{20}$ od $^1/_{30}$ di grado, e fatto prova, la sola rana preparata del tutto verrà scossa ancora fortemente, le altre nulla.

Qui cade a proposito di far osservare, che non è già indifferente la direzione della corrente elettrica; avendo io trovato (e ciò pure fin dalla primavera del 1792 in cui pubblicai le mie prime Memorie sull'Elettricità animale) che molto più efficace riesce se la direzione sia dal busto o spina dorsale agli arti inferiori, cioè che passi dal tronco dei nervi ai rami, che al rovescio. Trovata la minima carica elettrica, che può convellere la rana preparata quando si dirige la scarica dai nervi ischiatici ai muscoli delle coscie e delle gambe in cui si diramano, sperimentate col fare un'uguale scarica in senso contrario e non ecciterete il minimo moto; e neppure con una, due o tre volte più forte; ordinariamente vuol essere quattro o 5 e talora 6, e fino 8 volte maggiore; e quasi tanto forte quanto per iscuotere una rana non del tutto preparata.

Anche questa scoperta fu da me fatta nella Primavera dell'anno 1792 e pubblicata assieme alle altre sopra indicate nelle prime mie Memorie sull'Elettricità animale, inserite nel Giornale del Dr. Brugnatelli, e in quella trasmessa e premiata dalla Società R. di Londra, che si truova nel Vol. delle Transazioni dell'anno seguente.

Tale scoperta facendoci vedere, che il corso del fluido elettrico ne' nervi favorevolissimo all'eccitamento del moto ne' muscoli dipendenti è quello che si fa nella direzione giustamente in cui agisce e si dispiega il potere della volontà, nel produrre i moti degli stessi muscoli, che sono in suo arbitrio, cioè discendendo dal capo o tronco de' nervi ai rami, potrebbe già farci congetturare che appunto il fluido elettrico sia quello di cui si serve l'anima per produrre i moti volontari; giacchè esso adopera così bene e conformemente all'indole e disposizione de' nervi, ed essi sono così adatti a riceverne l'azione giusto l'indicata direzione: la quale congettura verrà di molto ad avvalorarsi quando osserveremo che l'azione del fluido elettrico è propriamente e direttamente sui nervi, e che egli è per quelli de' moti volontarj lo stimolo più efficace e più appropriato.

Ma di quest'argomento altrove. Basti l'accennato quì per far vedere, che non escludo già ogni *Elettricità animale*, anzi le assegno altra più nobil parte nell'Economia, mentre dimostro insussistente quella messa in iscena da GALVANI, e sostenuta da' suoi aderenti, che suppone cioè uno sbilancio di fluido elettrico tra i nervi e i muscoli, o tra l'interno e l'esterno dei muscoli, e spiega tutte le sperienze delle convulsioni ec. eccitate coll'applicazione de' metalli, per una scarica e restituzione d'equilibrio. Io sostengo all'incontro che nulla vi ha di questo in simili sper.°; che tutto è giuoco di un'elettricità estrinseca, d'incitamento cioè e di mossa data al fluido elettrico nel combaciamento di

Digitized by Google

conduttori dissimili, e in virtù di esso combaciamento, i quali Conduttori sono perciò mezzi attivi, son veri motori... [1] all'incontro gli organi animali, quali si sottopongono alle prove, sono meramente passivi, Elettrometri di una nuova specie, Elettrometri animali sommamente sensibili e affatto meravigliosi.

A finirla se ha influenza ne' moti animali, come inclino molto a credere, il fluido elettrico, lo ha sotto il dominio della volontà, che comanda ad esso fluido stanziante, come in tutti i corpi, e in tutte le parti dell'animal vivente, così particolarmente ne' nervi de' moti volontarj, che sono forse più conduttori delle altre parti. Ma negli animali morti, e ne' membri recisi, su cui è cessata l'azione della volontà, il fluido elettrico rimane equilibrato e quieto, come in qualsivoglia altro Conduttore. Avviene però che tali corpi, o membri tagliati, trovinsi compresi in un circolo di conduttori, nel quale abbianvi o un metallo frapposto a due conduttori non metallici dissimili, o meglio uno di tai Conduttori della 2ª classe tra due metallici dissimili? Da tai combaciamenti eterogenei, da tali *motori* ineguali viene spinto il fluido elettrico più da una parte, che dall'altra; da destra a sinistra, o da sinistra a destra, e percorre così tutto il circolo deferente; nel quale trovandosi compreso come già detto, l'animale intiero, o tagliato, un pezzo grande o picciolo del medesimo, viene esso pure invaso e trapassato da tal corrente, e stimolatine quindi i nervi in ragione che essa corrente è più copiosa e più rapida per la maggior differenza nei conduttori, che si combaciano, più ristretto il passaggio in essi nervi, e più sensibili. Ecco la spiegazione delle sensazioni di sapore sulla lingua, di chiarore nell'occhio, di bruciore nelle ferite ecc. non che de' moti muscolari, secondo la natura dei nervi che vengono in tal modo stimolati: l'essere questi collocati lontani dal luogo ove dal combaciamento di due metalli dissimili vien data originariamente la mossa al fluido elettrico, in un lungo circolo conduttore, e. g. in una lunga catena di persone, non impedisce che la corrente elettrica li attraversi, non toglie che se ne risentano; ma soltanto ne rende l'azione sopra di essi e l'effetto tanto più debole, quanto è più lungo il circolo. Così avviene anche adoperando, come sopra, per simili sperienze la boccetta di Leyden.

Or ripigliando per un momento le sper.e con questa boccetta farò osservare, che se essa non ha una carica qualunque, invano s'impugna dall'uno il di lei ventre, e se ne tocca l'uncino dall'altro, che fan capo della catena, per eccitare le convulsioni nella rana anche la più vivace e meglio preparata, che fa anello di essa catena; dico, *niente affatto di carica*: che se ella ne avesse ricevuta una debolissima o conservato solo un picciolissimo residuo,

---

[1] *Parola illeggibile, forse cancellata.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

insensibile al più delicato Elettrometro, come accade alle boccie che si sono anche replicatamente scaricate, potrà essa eccitare molto bene le solite convulsioni.

Poniamo adesso da parte la boccetta e le due persone che fan capo della catena imbrandiscano con mani bagnate due pezzi simili di metallo, argento cioè ed argento, ottone e ottone, stagno e stagno, zinco e zinco, e si portino al contatto tali metalli omogenei: niuna corrente elettrica notabile si eccita, bilanciandosi la forza dei due motori eguali, e quindi niuna convulsione nella rana anche preparata; a meno che la differenza nella temperatura, polimento ec. non provochi una debole corrente, capace di eccitare i nervi d'una rana vivacissima e preparata di fresco. Il caso è come colla boccetta di Leyden niente, o quasi niente carica.

Ripetasi l'esperienza mutati i metalli, con argento e e. g. ottone, argento e ferro, ottone e stagno, ferro e zinco; ecco le convulsioni nella rana preparata di tutto punto; non però se siasi solamente scorticata e sventrata. Accade cioè come adoperando la boccetta di Leyden carica meno di $\frac{1}{4}$ di grado dell'Elettrometro a paglie sottilissime.

Finalmente siano i metalli impugnati a mani umide dalle due persone, argento e foglio stagnato, o meglio argento e zinco, al venirsi a toccare tai due metalli non solamente si scuoterà una rana compresa nel circolo, anche lungo delle persone, la qual sia perfettamente preparata, ma una anche solo sventrata, se lo sia di fresco e conservi molta vivacità. L'effetto pertanto non è nè maggiore nè minore di quello, che si ottiene con una picciola boccetta di Leyden carica circa 1 grado dell'Elettrometro a paglie, o con una grande carica la metà, o un quarto di grado.

Per eccitare o le convulsioni nella rana intiera e intatta o le contrazioni in un muscolo reciso, o pezzo di muscolo sia di essa, sia di altro animale, senza snudare il nervo, non valgono neppure i *motori metallici* più efficaci, sopradetti, neppure l'argento contrapposto al zinco se non si accorcia e rende più facile tutto il circolo conduttore; quindi non si riesce colla corona di persone; ma soltanto o applicando tali metalli attivissimi immediatamente alle parti succose dell'animale o coll'interposizione per picciolo tratto di acqua od altro corpo ben bagnato, come immergendo il tronco di d.ª rana intiera in un bicchiere d'acqua, e le sue gambe in un altro; e tuffando poi l'arco fatto dei due metalli col capo d'argento nell'uno, e col capo di zinco nell'altro bicchiero. Anche colla boccetta di Leyden si truova che più facilmente, cioè con minor carica, si ottengono le convulsioni nella rana se quella le si scarichi addosso immediatamente, o coll'interposizione di brevi archi metallici ed anche dell'acqua dei due bicchieri, in cui peschi nell'anzidetto modo, più facilmente, dico, così che se faccia essa rana anello in una corona di persone.

Insomma vi è fin qui una somiglianza perfetta trall'azione dell'elettricità,

Digitized by Google

ossia della corrente mossa da una boccetta di Leyden convenevolmente carica, e quella della corrente mossa dal semplice contatto di due metalli dissimili: dal che, si deducono due cose, e che l'azione ossia l'impeto al fluido procede realmente da tal contatto, come con tante sper.^e io dimostro, non dagli organi dell'animale, come si pretende da' Galvaniani; e che tale fluido è il vero e genuino fluido elettrico, non altro fluido sognato, analogo più o meno all'elettrico, oppure elettrico ma sott'altra forma modificato, e d'indole mutato, *elettrico-animale*, o come voglia dirsi. Chimere son queste: no, egli è il vero e proprio *fluido elettrico* comune, che agisce com'è solito di agire quando e dove è posto in corrente e giusto il grado e forza di tal corrente [2], che si comporta e relativamente alla qualità deferente o coibente dei corpi in tutti i gradi, e in ogni altra cosa conforme affatto alla sua natura ed indole; riguardo alla quale perfetta conformità d'effetti dello stesso fluido elettrico identico altre prove incontreremo bene in seguito, e all'incontro niuna obbiezione che vaglia. Valuterannosi forse quelle del non osservarsi mai in simili sperienze la minima scintilla o luce elettrica, nè il minimo segno negli Elettrometri più sensibili? Ma se la mancanza di questi segni bastar dovesse a farci giudicare o che non v'è elett.^à in moto, non succede vera corrente di fluido elettrico, o che cotesto fluido ha cambiato natura, prese nuove forme e modificazioni; già più non avremmo per vera e genuina elettricità quella di una grande boccia di Leyden, caricata debolissimamente con una sola scintilletta e. g. di un picciolo Elettroforo; giacchè non solo provocata alla scarica non fa vedere la minima scintilla, ma neppure è atta ad attrarre il più legger corpicello, o a movere il più delicato Elettrometro e negheremmo quindi che succedesse alcuna scarica, o che movesse e inducesse scaricandosi alcuna corrente elettrica ecc.: eppure la move da un capo all'altro del circolo conduttore, quando questo non abbia la minima interruzione neppure per la grossezza di una finissima carta; testimonio la scossa che cagiona nella rana preparata, ed anche non preparata,

---

[2] *A questo punto il Mns. continuava originariamente col brano seguente:*

Ciò che vi è di nuovo, consiste nel avere scoperto un altro mezzo oltre i già conosciuti, di turbare l'equilibrio e il riposo, mettere originariamente in moto cotesto fluido, un mezzo non mai fino ad ora sospettato, cioè il semplice combaciamento di conduttori dissimili, per cui oltre a tal epiteto convien loro quello di *motori*. Questa è scoperta di elettricità comune, non di elettricità animale, ed è scoperta, a cui però ha dato occasione colle sue bellissime sperienze e colle idee di quella sua pretesa Elettricità organica il P.^re GALVANI; scoperta tanto più mia, a ragione, che di esso GALVANI, quanto sì egli che i Partigiani suoi si sforzano d'impugnare un tal principio e di dimostrarlo insussistente per sostenere le prime loro idee affatto contrarie.

Digitized by Google

e fino in una o più persone, ove la boccia debolmente caricata, a $^1/_{10}$ di grado p. e. sia grandissima, o sia una batteria; che se una tal interruzione si trovi, un intervallo anche quasi impercettibile già più non è valevole quella sì picciola carica a superarlo, colla debolissima sua *tensione* di $^1/_{10}$ di grado, o minore, e quindi non succede la scarica: qual maraviglia adunque che nè appaja scintilla nè succeda moto alcuno di attrazione o ripulsione, pe' quali richiedesi come ognun comprende qualche intervallo percettibile? Che non si mova sensibilmente il più delicato Elettrometro, per tale carica e tensione, che non può alzarlo che ad $^1/_{10}$ di grado, o meno? [3].

II° Frammento della 2ª Lettera al Mocchetti [*E* 33 *g*'' *α*].

LETTERA 2.ª (*)

AL SIG.R DOTTORE MOCCHETTI

Agosto 1795.

Il rumore, che i sostenitori dell'*Elettricità animale* nel senso di GALVANI han menato per le sperienze con cui si eccitano sovente convulsioni anche forti nella rana preparata di fresco senza l'intervento di alcun metallo, facendo cioè toccare semplicemente una delle gambe snudate ai muscoli dorsali nudi parimenti e intrisi di sangue, o ai nervi ischiatici tutt'intorno spogliati, tantochè essa gamba formi sola tutto l'arco conduttore; e talvolta ancora, se la rana è molto robusta, e conservano le sue membra in tal guisa preparate una piena vitalità, prolungando l'arco coll'interposizione di un corpo d'acqua od altro conduttore umido, di una o due persone, ecc. (veggasi la Lettera del Dr. Valli

---

[3] *Nel Mns. il tratto seguente è cancellato, ma è sembrato che meritasse di essere conosciuto:*

[Ma andiamo più avanti: negherassi che sia in moto e formi corrente il fluido elettrico, o dirassi aver esso cambiato indole o natura, quando col giuoco della macchina infondendosi continuamente nuovo fluido dal Globo di vetro nel Conduttore, e questo comunicando ai cuscini, o col Suolo umido, non dà esso Conduttore alcun segno all'Elettrometro? Anzi perciò appunto, che vi circola liberamente non deve darne].

(*) *Intestazione testuale di A. V.*

Digitized by Google

su questo soggetto pubblicata nell'Autunno scorso): cotesto gran rumore avete veduto, mio caro amico, ove è andato a finire: e come tali sperienze, con cui han creduto i *Galvaniani* di trionfare, e che invero ne hanno imposto sulle prime a molti, non solamente nulla provano in favore della pretesa carica, o sbilancio di fluido elettrico ne' nervi e muscoli dell'animale così preparato; ma confermano anzi, moltiplicate e variate in quelle tante maniere, che ho rapidamente indicato nella mia precedente lettera a voi diretta, confermano, dico, il principio da me scoperto son già tre anni, e con altre moltissime sperienze dimostrato: cioè che *il combaciamento di conduttori dissimili* è la vera causa, che turba l'equilibrio del fluido elettrico, lo toglie al riposo, e lo mette in corrente continua, ove venga compito il circolo deferente, e mantengasi senza interruzione: che insomma l'attività, la potenza movente il fluido elettrico sta tutta nei conduttori medesimi, e si esercita nel luogo ove si affacciano e combaciansi *due* di essi fra loro *dissimili* (nel qual senso aggiungo a questi conduttori il nome di *eccitatori* o *motori*); e niente ne' nervi o muscoli dell'animale tagliato e sottoposto alle prove; i quali organi sono in tali sperienze affatto *passivi*, e come mi sono altre volte espresso, non altro che *Elettroscopj animali*, di una sensibilità invero incomparabile e prodigiosa.

Vi ho mostrato ancora nella stessa lettera come per la più facile intelligenza de' fenomeni che nascono dalle infinitamente varie combinazioni de' detti conduttori, innalzati da me nell'indicato senso al grado di eccitatori, torna comodo il dividerli in due grandi Classi, in modo che la 1ª comprenda i metalli tutti e semimetalli, le piriti, o solfuri metallici, le miniere (in cui però trovisi il metallo poco o nulla ossidato; poichè, se lo è troppo, non è più buon conduttore), i carboni ben preparati, e infine alcune pietre, come è stato recentemente scoperto: tutti conduttori per sè stessi, che non devono cioè ad alcun umore la loro virtù conduttrice. La 2ª tutti i liquidi (esclusi gli oleosi che non sono deferenti), e i corpi contenenti in copia considerabile qualche umore; sia in istato ancor liquido, libero e fluente, come panni, corde, cuoi, terre, mattoni ecc. inzuppati, corpi animali e vegetabili freschi e succosi; sia anche in istato solido o di combinazione, come carne, tendini, nervi, membrane, da cui si è spremuto il sangue e il succo, gelatine, funghi asciutti e mezzo appassiti, paste di farina cotte, uova sode, latte coagulato, cacio ecc.

Questi corpi annoverati per ultimo, comechè nè vi si scorga, nè per poco spremere se ne possa alcun umore, pur ne contengono, che vi si truova indurito, o più o meno incorporato, che può estrarsi colla distillazione, e che perdono anche da sè col tempo disseccandosi. Or a misura che appassiscono e seccano divengono men buoni conduttori, quasi coibenti, e coll'ultima secchezza coibenti del tutto. Egli è dunque evidente che, finchè mantengono virtù conduttrice, e quanto ne mantengono, lo devono all'umore che in essi si truova, se non libero e fluente, coagulato, in istato fisso, o di combinazione,

Digitized by Google

come dicemmo. A ragione pertanto vanno aggregati anche questi alla Classe de' *conduttori umidi*, giacchè le parti loro veramente solide che restano dopo il disseccamento sono coibenti anzichè deferenti. E in ciò scorgesi una differenza sostanziale tra questi, di cui una materia soltanto che vi si truova mescolata, più o meno estranea al corpo fondamentale, l'umore cioè che in qualsisia modo racchiudono, possiede la virtù conduttrice, tra questi conduttori imperfetti, e diciam così, per metà, e i conduttori assai più perfetti dell'altra classe, che chiamo *Conduttori secchi*, tutta la sostanza de' quali, ossia ogni parte integrante gode di tali virtù.

Questa Classe pertanto truovo conveniente di assegnare a un rango superiore col denominarla 1ª Classe e l'altra de'conduttori umidi fluidi, o partecipanti dell'umore (fra' quali debbono annoverarsi anche i mezzo liquidi, come i siroppi, miele, vischio ecc.) 2ª Classe.

Or non solo avvi diversità grande fra i corpi dell'una e dell'altra classe rapporto alla virtù conduttrice, che considerata semplicemente come un'attitudine ad essere tali corpi permeati dal fluido elettrico, si riduce ad una proprietà passiva; ma riguardo ancora all'altra virtù e potere reale e attivo sopra di esso fluido, del quale potere sono dotati e gli uni e gli altri, e che dispiegano tosto che applichinsi al mutuo contatto due dissimili tra loro: riguardo a ciò le sperienze in cento modi variate mi hanno mostrato riuscir l'azione incomparabilmente più forte ed efficace ove combacinsi due di classe diversa, che ove siano diversi soltanto di specie, ma dell'istessa classe.

Ma qui non ista tutto ancora. Avvi differenza nell'azione se un dato conduttore della 2ª classe, supponiamo acqua, od un corpo imbevutone, combaci un tale o un tal altro della 1ª, come sarebbe argento piuttosto che ferro, piombo piuttosto che zinco ecc.: così reciprocamente avvi differenza se un dato Conduttore di 1ª Classe, e. g. zinco, combaci tale o tal altro della 2ª, come acqua, sangue, acido sulfurico, crema di calce, ecc. Codesta differenza di azione è più o men grande secondo che sono più o men diversi entro la rispettiva classe i corpi che vengono alla prova: le quali diversità relativamente al potere di cui si tratta ho cercato di scoprire coll'esperienza, e ridurre in qualche modo a gradi; e sì vi son riuscito fino a un certo segno per i corpi principalmente della 1ª Classe. In tal maniera a forza di moltiplicare e variar prove e tentativi avea io formata son già più di due anni quella Scala o tavola che ho esposta e spiegata nella Lettera precedente, e in cui si discende dal zinco (posto il primo attesa la somma sua attività) allo stagno, piombo, ferro, rame, argento, piombaggine, con tanti altri intermedj, e infine al carbone di certa qualità, ultimo della serie.

Sebbene io non mi lusinghi di averla compita e perfezionata una tale Scala, o tavola graduata, riconoscendo anzi che può venire ampliata col novero di altre sostanze metalliche, sì semplici e nude, che miste e diversamente

Digitized by Google

modificate, ed anche di qualche altro corpo non metallico, ed essere sibbene in qualche parte corretta; sarà sempre mio il merito di averla ideata ed estesa sufficientemente, e di avere piantato con essa il fondamento, sul quale poter prevedere con qualche sicurezza, e calcolare in certo modo i risultati di tante sperienze, quante sono le svariatissime maniere di accozzare in un circolo conduttore due diversi, scegliendoli non solo tra i metalli e leghe comuni, ma tra varj semimetalli, miniere, e piriti, insomma tra circa 60 corpi in essa tavola descritti.

Una simile tavola o scala vorrebbe formarsi anche per i Conduttori di 2ª Classe, or ch'è dimostrato dalle sper.ze riportate nella mia precedente lettera e da mille altre analoghe, competere a questi di 2ª egualmente che a quelli di 1ª classe il titolo di *motori*, come avrem occasione di spiegare più ampiamente; ma una tal tavola non ho potuto ancora che sbozzarla, essendo da più poco tempo che mi ci applico, e troppa moltiplicità e varietà trovandosi ne' corpi ch'entrar dovrebbero in questo novero. Quanti fluidi diversi, e quanti corpi tra liquidi e consistenti, i quali tutti differiscono come nella virtù conduttrice, così nella motrice, nell'azione o reazione sul fluido elettrico! E l'acqua stessa quanto non cambia ella rapporto all'una e all'altra virtù, per diversi sali od altre materie, cui sia mista, o che tenga in dissoluzione, e per le varie dosi! Di tutto ciò mi sono accertato con molte dirette sperienze, i risultati delle quali riguardo anche alla sola virtù conduttrice o permeabilità, son pur curiosi, e così strani, che creduti mai non si sarebbero. Or rispetto all'altra virtù, di cui qui si tratta, ciò che ho potuto scoprire e determinare si riduce: all'aver luogo una differenza di azione sul fluido elettrico maggiore o minore, e talvolta minima, ma pur sempre qualche differenza, dall'acqua o dai corpi inzuppati della medesima a qualsivoglia altro liquore o corpo imbevutone, che non sia acqua pura: all'essere picciola questa differenza d'azione se l'altro liquore differisce poco dall'acqua, come ben s'intende; picciola pure dall'acqua al latte, al siero, al vino, ed anche allo spirito di vino; maggiore notabilmente dall'acqua o corpi acquosi agli umori glutinosi o viscidi, come il muco, la chiara d'uovo, il sangue viscido; maggiore ancora dall'acqua e corpi acquosi insipidi, all'acqua satura di sal comune, o di altro sale neutro; e grandissima finalmente dall'acqua ai liquori acidi concentrati, e soprattutto agli alcali che appena fluiscano in un liquor denso. Coerentemente a ciò, la scialiva, l'orina, i sughi gastrici, la bile, le marcie, ed altri umori animali, oltre il sangue, e il muco già nominati, siccome pure alcuni succhi vegetabili, quelli specialmente di varj frutti acerbi, maturi, dolci, agri, austeri, si comportano diversamente, in ragione che hanno più o meno del salso, dell'acido, o dell'alcalino, del mucoso, o glutinoso; e il sapone stemprato in poca acqua non è molto inferiore ai più forti liquori alcalini.

Ma probabilmente non sono queste le sole, e vi hanno ben altre materie

Digitized by Google

e modificazioni, che influiscono a far variare l'azione de' conduttori di questa 2ª classe. E quale è l'azione dei corpi, che contengono bensì degli umori, ma o coagulati, o affatto incorporati, in istato fisso, o di combinazione, come il sapone più o men duro, il bianco d'uovo cotto, il latte rappreso, una gelatina consistente, la polenta ben cotta, i muscoli, i nervi, i tendini, spremutone ogni succo liquido, ecc.? Qual sia, e quanto diversa l'azione di questi al confronto un dell'altro, e dei vari liquidi, e quasi liquidi, non son giunto a determinarlo ancora: tanto solo ho potuto scoprire, che differiscono i tendini massimamente riguardo a tale virtù motrice, e dall'acqua, e dai sopra indicati umori salini e viscidi.

Divisi così in due gran Classi i Conduttori, e notate per ciascuna classe le specie che si distinguono riguardo alla diversa maniera o grado di azione in qualità di eccitatori, come ho fatto con sufficiente accuratezza rispetto alla 1ª classe, e rispetto alla 2ª all'ingrosso solamente e in quel miglior modo che ho potuto, portiamoci a considerare più davvicino cotal meravigliosa, sorprendente in vero, azione, che dispiegano mercè l'applicarsi semplicemente al contatto, e finchè stanno così combaciati, due di quelli, diversi appunto di specie, o meglio assai di classe. Per ora altro non diremo, se non che in grazia di tal combaciamento risulta ivi per un giuoco qualsiasi delle forze mutue, cioè di attrazione o di ripulsione, uno sbilancio nel fluido elettrico, una tensione, che mira a smuoverlo e a metterlo in una corrente continua; la quale effettivamente ha luogo ove compiasi il circolo conduttore, e dura finchè il medesimo non s'interrompa. Tutte le sper.e che ho addotte, e che addurrò confermano questo principio o legge nuova di Elettricità da me scoperta.

Dico legge o principio *nuovo*, perchè si è sempre tenuto che i conduttori fossero atti solamente a prestare la via e dar passaggio al fluido elettrico dianzi sbilanciato e tendente a ricuperare il perso equilibrio, non mai che avessero potere col solo toccarsi fra loro di turbare e rompere un equilibrio preesistente, di concitare il fluido elettrico quieto, e metterlo di posta in giro. Sapevasi bensì, che applicando un conduttore buono o cattivo ad un non conduttore ossia coibente, ed anche ad un semicoibente, e facendoli strofinare insieme ne veniva smosso il fluido elettrico in guisa che accumulavasi nell'uno dei due a spese dell'altro, onde poi sortiva dallo stropicciamento elettrizzata *in più* o *in meno* la superficie del coibente; ma appunto credevasi che per tale originario smovimento del fluido fosse richiesta qualche cosa di più del semplice contatto e combaciamento, cioè o attrito, o percossa, o pressione almeno (salvo alcuni, in cui si era trovato bastare la sola azione del calore, come nelle Tormaline); e inoltre si aveva per condizione necessaria, che od ambedue, od uno dei corpi stropicciantisi fosse o coibente affatto, o in qualche notabil grado almeno; ai quali coibenti si attribuiva perciò esclusivamente la virtù di eccitare per tal mezzo dello strofinamento l'elettricità, onde si eran chiamati elettrici

Digitized by Google

originariamente, o per sè, idioelettrici, o semplicemente elettrici, e i conduttori all'opposto simperielettrici, o non elettrici. Or ecco che questi conduttori creduti non abili a concitare e smovere originariamente e per virtù propria il fluido elettrico ove trovisi equilibrato e quieto, lo sono anzi più dei così detti idioelettrici, conciosiachè tanto più facilmente di essi smuovono d.° fluido, quantochè basta loro per ciò del mutuo contatto di due dissimili, senza che faccia bisogno nè di stropicciamento, nè di forte pressione; e sì fattamente lo smuovono che invece di terminarsi il trasporto di esso fluido alla superficie, e limitarsi ai punti toccati, come accade ai coibenti, accumulandosi e. g. e condensandosi sulla superficie del vetro fregata e rimanendo ivi confinato, e viceversa rarefacendosi unicamente nella faccia del solfo parimenti strofinata; invece, dico, di terminarsi alla superficie il trasporto del fluido elettrico nel combaciamento di due conduttori diversi, procede oltre percorrendo, se trovisi compito, tutto il circolo conduttore, ritornando al luogo della mossa, cioè ai punti del combaciamento, e passando di nuovo innanzi in guisa di continuar incessantemente in tal giro: dal che inferir si vuole, che anche l'azione che lo spinge sia incessante.

Come ciò succede, che sia l'azione che risulta dal combaciamento de' due corpi indeficiente, e perenne quindi la circolazione del fluido elettrico animato da tale azione, non m'impegno quì di spiegarlo; sembra veramente tal cosa un paradosso; pure il fatto è certo, e ne addurrò a luogo opportuno le prove. Intanto farò riflettere, che in fondo può essere la stessa causa, ed io ne son persuaso, che sbilancia il fluido elettrico nella confricazione di due corpi, uno de' quali sia coibente, od anche ambedue, in guisa di aggiungerne o di toglierne alla natural dose, terminandosi tale sbilancio nel coibente alla sola superficie anzi ai soli punti strofinati, può essere, dico, la stessa causa che produce questo trasporto di fluido elettrico in tal modo confinato dalla natura stessa del coibente, e che produce quell'altro trasporto e corrente continuata nel combaciamento di due corpi ambedue conduttori. Infatti se lo strofinamento, la percossa, la pressione, che sono, singolarmente il primo, i mezzi riconosciuti da un pezzo efficaci onde portare l'indicato sbilancio sulla faccia de' coibenti, condensarvi cioè o diradarvi il fluido elettrico, operano ciò non già per alcuna forza meccanica di scosse o vibrazioni od altro urto dirò così materiale, ma, come sembra molto più probabile, per un giuoco qual esso sia delle forze mutue di attrazione o di ripulsione diversamente modificate da' diversi sfregamenti, percosse, o pressioni di tali o tali altri corpi, portando grandissima varietà negli effetti le varie specie appunto de' corpi che mutuamente si stropicciano, o percotono, potrà facilmente concepirsi, che la cosa infine si riduca al semplice combaciamento di tali o tali *due* corpi diversi; e che lo stropiccio, le percosse, le forti pressioni intanto riescano mezzi più assai efficaci, in quanto inducono effettivamente un molto più ampio ed esatto combaciamento.

Digitized by Google

Ciò posto non fia maraviglia, se anche nel luogo, in cui si combaciano due conduttori diversi tra loro, sorge parimenti un'azione, ossia risulta da una modificazione ivi delle forze mutue un impulso al fluido elettrico, che lo porta dall'uno all'altro di tali corpi stropicciantisi; e tanto più facilmente, quantochè essendo ambi conduttori e affatto permeabili niente fa ostacolo. Quando all'incontro uno dei corpi che si soffregano è coibente, resiste fino ad un certo segno, non che l'interna massa, ma sibbene la sua superficie strofinata a dare o ricevere; la quale resistenza non vincerebbesi per avventura se non concorressero più circostanze, cioè perloppiù grande diversità de' due corpi che si sfregano, un più esatto combaciamento procurato dallo stropiccio, o da una forte pressione, e l'agitazione e moto indotto nelle molecole superficiali di esso coibente; la quale agitazione si può credere, che tolga in qualche modo, finchè dura, l'inerzia ossia coibenza in que' punti della superficie; non altrimenti che un forte calore agitando appunto e dilatando le parti, rende, come è noto, per tutto il tempo che dura tale dilatazione ed agitazione, conduttore passabile qualsivoglia più duro coibente.

Questa circostanza dell'agitazione delle molecole superficiali, per cui tolgasi ivi del tutto o scemisi notabilmente la coibenza, potrebbe esser la principal ragione, per cui riesce cotanto efficace lo stropicciamento per i corpi di lor natura coibenti, quantunque in fondo l'azione vera sul fluido elettrico, l'impulso che riceve, proceda, come dicemmo, dal semplice combaciamento esatto di due corpi diversi. Ma un debole impulso qual suol essere, non basta, se non è tolto in tutto o in gran parte l'ostacolo della coibenza.

Or dove non c'è coibenza nè ostacolo alcuno, dove si combaciano a dovere buoni conduttori, un impulso anche debolissimo, quale si occasiona da tal semplice applicazione di due anche non molto diversi, senza nè stropicciamento nè pressione notabile, purchè si tocchino e combacino veramente, vale a smuovere e cacciare dall'uno all'altro il fluido elettrico; i quali corpi essendo al medesimo permeabili in tutta la loro estensione succede quindi, che ove formino un circolo compito, tutto questo si percorra da esso fluido.

La differenza dunque principale sta in questo, che ove ambedue, od uno solamente dei corpi combaciantisi, è coibente, l'impulso che riceve il fluido elettrico, o vogliam dire la tensione che acquista, e con cui si porta dall'uno all'altro, esercitandosi sopra la faccia di un coibente, a tal faccia soltanto si attacca, e niente, o poco più oltre penetra la superficie, imprimendovisi in certo modo, o da essa sola si stacca, nè più oltre s'estende impedito dalla sostanza coibente; ove all'incontro siano ambedue i corpi conduttori, progredisce avanti e continua il corso, niente opponendovisi.

Nel caso ancora di strofinamento di un conduttore con un coibente debole ossia imperfetto, cioè mezzo tra coibente e deferente, come avorio, legno discretamente secco, carta, ecc., lo smovimento e trasporto del fluido elet-

Digitized by Google

trico non si termina alla superficie di tal semicoibente ma passa avanti e con continua corrente torna a capo del circolo, se questo trovisi compito:....

III° Frammento della 2ª Lettera al Mocchetti [*J* 36].

Parlando della diversa azione sul fluido elettrico dei diversi Conduttori di questa 2ª Classe, i quali a tal riguardo voglion chiamarsi *eccitatori* anch'essi, sebbene per avventura inferiori a quelli della 1ª, intendo dire che dispiegano tali azioni diverse nel mutuo combaciamento sia tra loro, sia con alcuno di cotesta classe più eccellente; le sper.e anzi provano che l'effetto è molto più grande in questo secondo caso, quando cioè i due corpi della 2ª classe fra loro diversi ne prendono di mezzo un terzo della 1ª; che quando sono tutti e tre di d.a 2ª Classe, avvegnachè diversissimi; a segno tale, che in quest'ultima maniera, senza intervento cioè di alcuno metallo, o Cond.e di 1ª classe non si riesce mai ad eccitare le convulsioni nè in una rana intiera, nè tampoco in una mezzo preparata, vuo' dire scorticata e sventrata soltanto, e a mala pena si ottengono in una preparata di tutto punto fresca e vivace; laddove nell'altra maniera, in cui ai due di 2ª classe diversi tra loro s'interpone uno di 1ª, come già s'è detto, non è difficile l'ottener le convulsioni anche nella rana preparata soltanto a metà e fino si può riuscire ad eccitarle in una pure sventrata qualora il corpo di 1ª classe sia de' più potenti come foglio stagnato, o meglio di tutti zinco, e i due di 2ª Classe che lo prendono di mezzo de' più differenti in virtù come acqua da una parte, ed acido sulfurico concentratissimo (olio di vitriolo) o meglio un liquore alcalino saturo dall'altra. A tanto invero io non credea che si potesse spingere la cosa, e solamente verso la metà di Giugno, poco dopo l'ultima lettera scrittavi, vi son giunto; l'esperienza però è facilissima. Decapitata una rana, e finita di trucidare mediante il lacerarle con uno spillone, od uno stecco tutta la midolla spinale, indi scorticata e distesa sopra un tavolo, provo a toccarla in tutte le maniere con un arco tutt'intiero di zinco, e non succede mai alcuna convulsione; bagno poi una parte del suo tronco con un forte liquor alcalino o immergo in un laghetto del medesimo, e allora applicando un capo dell'istesso arco di zinco ad una gamba e l'altro capo al tronco bagnato, o al liquore, mi riesce di veder convulsa la rana nelle gambe massimamente che balzano. Se la rana è sventrata, e molto più se è preparata del tutto, le convulsioni e i sbalzi sono estremamente violenti; e già ho mostrato nella Lett. prec. che essendo compitamente preparata succedono bene spesso le convulsioni anche senza questo od altro arco metallico, ripiegando una delle gambe invece e portando la sua parte tendinosa in contatto del dorso così bagnato,

Digitized by Google

o del laghetto in cui pesca; ma or qui si tratta di una rana non finita di preparare e neppure sventrata; ed io mostro come interponendosi nel circolo il migliore tra gli eccitatori di 1ª Classe, cioè il zinco, a due dei migliori di 2ª, cioè de' più diversi tra loro in virtù, che sono l'acqua o l'umor acquoso della rana da una parte, e il liquor alcalino, dall'altra, l'effetto è così forte che agguaglia presso a poco quello di due eccitatori della 1ª Classe similmente i più diversi tra loro in virtù, come zinco e argento, cui sia interposto uno di 2ª, cioè la medesima rana od altro qualunque: infatti per iscuotere quella, se non è sventrata, coll'applicazione di due metalli, non basta che questi siano in qualche grado diversi (ciò basta s'ella è preparata di tutto punto, fresca e vivace); ma voglion essere non meno distanti nella Scala, come zinco contro argento, o contro l'ottone per lo meno.

Invece d'intridere di forte liquor acido od alcalino il tronco della rana, o d'immergerlo in un laghetto del liquore la di cui violenta azione irritante e caustica nuoce all'organizzazione, e produce de' tremori e piccioli sussulti ne' muscoli di esso tronco, niente però nelle coscie e gambe, affine di togliere tal inconveniente, e qualunque siasi dubbio o sospetto che potesse formarsi, è meglio assai per simili sper.° immergere la rana col tronco in un capace bicchiero d'acqua, e colle gambe in un altro, sporcare anche sol leggermente un capo dell'arco di zinco con detto acido sulfurico, o potassa liquida; allora anche fa più meraviglia il vedere la gran differenza che vi ha tra l'immergere nelle due acque i capi dell'istesso metallo o netti affatto, o bagnati ambedue dello stesso liquore; e l'immergerli quando un capo è sporco appena, è per così dire soltanto appannato d'umor acido, alcalino, e l'altro capo netto e asciutto, over bagnato d'acqua, od anche d'altro liquore assai diverso da quello applicato al capo opposto: il vedere cioè che in quelle circostanze non si convelle punto o poco neppure una rana finita di preparare ed eccitabilissima; in queste all'incontro non solamente una rana così preparata slancia violentemente le gambe a segno tal volta di balzar fuori del bicchiero; ma scuotesi fortemente anche una sventrata soltanto, e fino si risentono e scalpitano delle rane non isventrate.

È chiaro per altro come allorchè un sol capo dell'arco di zinco è sporco e. g. di liquor alcalino, e l'altro trovasi asciutto o bagnato d'acqua pura, o da liquore molto differente dal primo, e in tale stato s'immergono que' capi nelle rispettive tazze d'acqua in cui pesca la rana, in uno cioè col tronco, nell'altro colle gambe, è chiaro dico, che si verifica la condizione richiesta per l'eccitamento della corrente elettrica in giro continuo, cioè il combaciamento di un eccit.° della 1ª Classe da una parte con uno, dall'altra parte con un altro; ambedue della 2ª classe ma diversi; fa dico meraviglia grande il vedere che faccia tanta differenza, e tale che va dal sommo al niente, un sottil velo di liquore.

Or siccome simile corrente e simili effetti producono, ma sempre in grado

Digitized by Google

debolissimo, anche tre corpi tutti della 2ª Classe, se sono di specie diversa, talchè giungesi pure con questo mezzo, senza l'intervento di alcun corpo della 1ª classe ad eccitare le convulsioni nella rana, ma solo s'ella è compitamente preparata e piena ancora di vitalità come abbiam fatto osservare, e se i tre corpi tutti di 2ª Classe differiscono molto nella specie; egli è pertanto questo terzo mezzo, come già avanzai nella prec. lett., molto meno efficace degli altri due, o almeno tale mi si è mostrato fin qui, non avendo io mai potuto ottenere in tante e tante combinazioni che ho tentate di soli cond. di cotesta 2ª classe le convulsioni nelle rane non preparate di tutto punto, cioè in quelle sventrate solamente e neppure nelle preparate compitamente ma non di fresco, e già stanche e indebolite, laddove con molte diverse combinazioni di due corpi della 1ª Classe ed uno della 2ª e con alcune pure di due della 2ª ed uno della 1ª eccito le convulsioni non che in codeste rane preparate da un pezzo e indebolite, ma sibbene nelle imperfettamente preparate, cioè soltanto sviscerate, e fino talvolta in quelle cui non ho aperto nè ventre nè schiena.

Resterebbe a vedere se anche le combinazioni di tre diversi di specie, ma tutti della 1ª Classe, p. e. di zinco, ferro e argento compiendo essi soli il circolo senza l'interposizione di alcuno della 2ª Classe dian moto al fluido elettrico e ne determinino qualche corrente. L'analogia par che lo voglia; e il principio ci guadagnerebbe divenendo generalissimo, cioè *che il fluido elettrico è messo in giro ogni qualvolta e in qualunque maniera formisi un non interrotto circolo di tre conduttori diversi:* ma la cosa non può dimostrarsi mancando il corpo, dirò così, elettroscopico, atto a darne segno, cioè la rana preparata; ed altri nervi e muscoli eccitabili da una anche debole corrente elettrica, i quali corpi appartengono ai Cond.[1] di 2ª Classe, mancando dico, questi nel caso che supponiamo, in cui compiesi il circolo dei soli corpi della 1ª Classe.

Intanto altre sperienze sembrano provare che o nulla o sì poco che nulla valgono ad incitare e mettere in corrente il fluido elettrico i combaciamenti dei Corpi di 1ª classe fra di loro, per quanto diversi sieno di specie; e soprattutto l'osservare che l'interposizione a due metalli, simili, o dissimili che baciano uno a destra e l'altro a sinistra un corpo della 2ª classe, di un terzo metallo, ed anche di molti diversi, non porta alcun notabile cambiamento negli effetti; in guisa che, se que' due, che baciano il Cond.[e] di 2ª Classe uno e. g. il tronco, l'altro le gambe della rana, essendo della stessa specie di metallo es. gr. ambedue di zinco, non eccitasi alcuna convulsione in essa rana allorchè si compie il circolo col portare tai due pezzi di zinco al contatto immediato; è poi lo stesso, cioè non compajono le convulsioni, facendoli comunicare mediante l'interposizione di uno, due, tre, o quanti si voglia pezzi di metalli comunque diversi e. g. argento, ferro, ottone, ec. però (notisi bene), a riserva che tra l'uno e l'altro diverso non frappongasi acqua od altro umore, fosse anche una sol goccia od uno strato sottilissimo; poichè allora saremmo fuori del supposto,

Digitized by Google

e verrebbe il caso di un cond.° di 2ª Classe stretto di mezzo da due di 1ª diversi tra loro, il qual caso porta, come abbiam veduto sopra, che il fluido elettrico sia messo in corrente.

Così poi se i due metalli che prendono di mezzo la rana, siano diversi o molto o poco, e quindi vi eccitino più o men forti convulsioni allorchè vengono tali due metalli a toccarsi immediatamente, le stesse convulsioni e all'istesso grado vi ecciteranno, facendoli comunicare mediante un terzo metallo di qualsivoglia altra specie o mediante due, tre, quattro, tutti diversi, oppur altri diversi altri eguali ec.

Or dall'essere indifferente quali e quanti diversi metalli, o Corpi della 1ª classe s'interpongono ai due pezzi che combaciano il corpo umido, ossia di 2ª classe, dal risultar cioè sempre l'istesso come quando non interponendosene nessuno, vengono que' due estremi a toccarsi immediatamente fra loro, vuol inferirsi che i mutui combaciamenti dei Corpi di 1ª classe sian quanto si voglia diversi di specie, o nulla affatto, o pressochè nulla valgano a movere o concitare il fluido elettrico; e facciano ivi a que' luoghi pure del combaciamento, l'officio solamente di conduttori, e niente o quasi niente quello di *eccitatori* o *motori*.

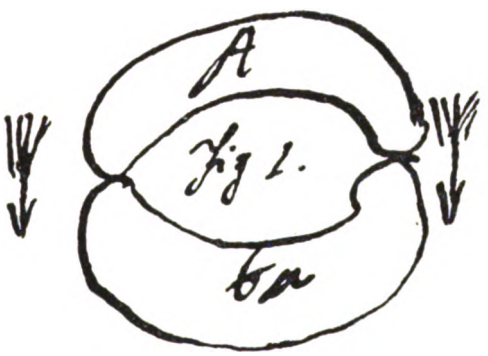
Dopo le combinazioni di tre Conduttori diversi della 1ª Classe escluso qualunque della 2ª, con niuna delle quali combinazioni ci mostrano le sperienze che riceva il fluido elettrico in virtù de' mutui combaciamenti alcun valevole impulso; vengono le combinazioni di tre della 2ª Classe diversi tra loro, pure escluso qualunque della 1ª, nelle quali combinazioni se avviene che i mutui combaciamenti dian moto ad una corrente di fluido elettrico, questa è però così debole, anche ne' casi più favorevoli che appena ne possono dar segno negli Elettroscopj animali più sensibili, quali sono le rane compitamente preparate e piene di vitalità, e nulla le già considerabilmente debilitate, nulla le più fresche e vivaci sviscerate soltanto e non finite di preparare, come ho fatto vedere nella prec. lett. e in questa.

Appare dunque, che poco, anzi pochissimo, efficace sia anche il mutuo combaciamento de' Conduttori della 2ª Classe, per quanto siano diversi di specie. Incomparabilmente più efficaci sono i combaciamenti di uno della 1ª con uno della 2ª, ottenendosi mercè di questi nelle combinazioni già sopra indicate convulsioni fortissime nelle rane anche non preparate di fresco, anche preparate imperfettamente, e fino in quelle nè sviscerate, nè aperte, come parimenti ho fatto vedere. Or egli è visibile che han luogo egualmente due combaciamenti di tal fatta, cioè tra un Corpo della 1ª ed uno della 2ª Classe, tanto se a due di quella trovisi interposto uno di questa quanto se a due di questa si frapponga uno di quella, e con ciò facilmente si capisce come possa riuscire non men questa che quella maniera: il punto sta, che siano tanto e i due della 1ª Classe, in quella prima maniera, o i due della 2ª Classe in quest'altra, diversi fra loro di specie.

Digitized by Google

Che se non lo sono, se sono in tutto eguali, non si verifica più la richiesta combinazione dei tre Cond.[i] diversi; anzi que' due egualissimi equivalendo ad uno solo continuato siamo allora nello stesso caso, come se il circolo fosse formato da due soli uno di 1ª l'altro di 2ª Classe, nel qual caso per quanto forte sia l'azione che risulta al luogo sì dell'uno che dell'altro combaciamento, che sono appunto due in senso opposto, che risulta, dico, per qual giuoco non saprei delle forze mutue, cioè di attrazione o di ripulsione, e che tende a cacciare il fluido elettrico o dal Corpo di 1ª Classe in quello di 2ª o da questo in quello, per quanto forte sia questa e quella azione controbilanciandosi, non può determinarsi alcuna corrente nè da destra a sinistra, nè da sinistra a destra.

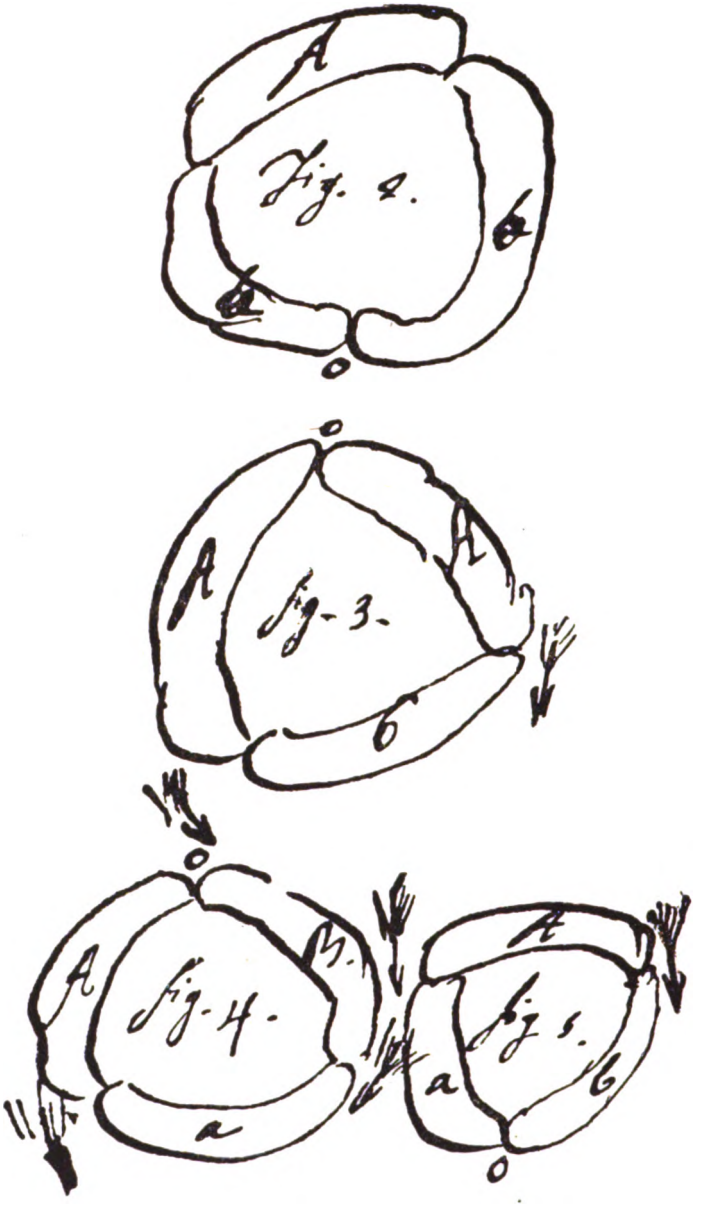
Serviamoci di alcuni emblemi o tipi per metter la cosa sott'occhio. Ecco (fig. 1) il corpo *A* della 1ª classe (dinoterò sempre quelli di 1ª classe con lettere maiuscole e con minuscole quelli di 2ª) che sarà e. g. un arco di zinco che combacia co' suoi due capi quelli del corpo della 2ª e. g. formato di una rana preparata, o parte da questa parte dall'acqua, od altri corpi acquei ad essa contigui. Supponiamo che ne' tratti de' due combaciamenti indicati ciascuno da una freccia il fluido elettrico sia spinto dal corpo *A* al corpo *b*: essendo le azioni, come si vede, in senso opposto, ed eguali, niuna corrente possono eccitare per quanto forti sieno. Un simile bilancio avrebbe luogo nella contraria supposizione (quale giudico molto meno probabile per più ragioni che spiegherò altrove), cioè se in virtù degli indicati combaciamenti fosse spinto il fluido all'opposto se da ambedue le parti dal corpo *b*, o qualunque altro di 2ª classe al corpo *A* od altro di 1ª.



A rompere un tal bilancio e far che si determini una qualche corrente di fluido elett.° è dunque necessario d'introdurre nel circolo un terzo corpo o dell'una o dell'altra classe, che sia però diverso di specie da quello della classe omologa; giacchè se fosse eguale anche di specie e affatto identico, come nelle fig. 2 e 3 equivalerebbero i due ad un solo continuo, e così i due *A A*, come già si è detto, e come si comprende dacchè nel mutuo contatto di tali condut-

Digitized by Google

tori identici in *o* cioè, della fig. 2 e in *o* della fig. 3 non si dispiega alcuna forza movente il fluido elettrico, ivi il mutuo contatto serve solo a rendere continua la via conduttrice: insomma il caso è come nella fig. 1.



Non così se il pezzo introdotto per terzo differisca da ambedue gli altri, cioè da uno, cioè per classe, dall'altro di classe omologa, per la specie come nelle fig. 4 e 5 giacchè ancor che siano qui pure in opposizione le azioni come

Digitized by Google

indicano le freccie, non sono però eguali, ed in equilibrio, diverse essendo i gradi di forza che risultano da una parte del combaciamento di *A* con *a* e dall'altra da quello di *B* pur con lo stesso *a* nella fig. 4; e così nella fig. 5 diverse le forze ne' combaciamenti *A* con *a* in un capo e nell'altro con *b*.

Si determina dunque la corrente secondo che l'una azione prevale all'altra, e in ragione appunto dei gradi di prevalenza, a segnare i quali gradi, ossia a indicare in qualche modo quanto maggiore o minore sia la differenza nelle azioni, mi prevalerò ne' seguenti esempj della maggiore o minore distanza delle lettere nell'ordine alfabetico: così segnando *A* il zinco che ho per il più potente della 1ª classe nel combaciamento coll'acqua od altro corpo di 2ª Classe, *B* o *C* certi fogli stagnati pochissimo inferiori al zinco, segnerò *T*, *U* l'oro e l'argento, inferiori di molto, *X*, *Y*, *Z*, la piombaggine, il carbone, il rame piritoso, che sono gli ultimi, e colle lettere intermedie gli altri corpi di queste Classi a norma della Scala da me costrutta, salvo quelle aggiunte e correzioni, che potran farvisi: lo stesso farò anche per quelli di 2ª classe: segnando *a* l'acqua pura, *b*, *c*, *d*, ecc., i fluidi più o meno acquosi e i corpi imbevutine mano mano che l'azione che risulta dal combaciamento di essi con un dato corpo della 1ª classe differisce: avanzando con tal ordine *m n* oppure *r s* saranno e. g. per il muco, il glutine del sangue, ed altre sostanze animali, ed *x*, *y*, *z* per le forti soluzioni saline, gli acidi concentrati, e gli alcali appena risolti in liquore. Avvertendo però quì, un'altra volta, che fuori delle grandi e insigni differenze trall'acqua appunto e alcuni umori glutinosi, l'acqua pura, e i liquori salini, con alcune gradazioni di mezzo, non ho potuto ancora determinare le altre differenze e molto meno i gradi; e che neppure conosco l'ordine in cui andrebbero collocati tanti e tanti Conduttori di questa 2ª Classe, per formarne una Scala come quella, che son riuscito a costrurre per i Conduttori della 1ª.

IV° Frammento della 2ª Lettera al Mocchetti [*J* 35].

Or siccome tutto il giuoco dipende dai combaciamenti, ivi essendo che vien data la mossa al fluido elettrico, per mettersi in corrente, quindi è, che purchè i richiesti combaciamenti de' tre corpi abbian luogo, e sia del resto compito il circolo, l'anzidetta corrente elettrica non può mancare, sia pure quanto si vuole grosso o sottile, lungo o corto, l'uno o l'altro de'detti tre corpi, che fan circolo o corona.

Comprendesi ancora facilmente che se la combinazione del migliore tra gli eccitatori della 1ª Classe con due parimenti de' migliori tra quelli di 2ª cioè che più differiscono tra loro rapporto a tal virtù, fa tanto, quanto la com-

Digitized by Google

binazione di uno di cotesta 2ª Classe con due della 1ª i più differenti tra loro; vi saranno molte altre combinazioni parimenti di due della 2ª classe con uno della 1ª, le quali riusciranno gradatamente meno efficaci; come del pari ve ne hanno via via di meno efficaci tralle combinazioni di due della 1ª classe, ed uno della 2ª; così è: tanto fra queste quanto fra quelle combinazioni se ne incontrano come abbiam già veduto, che non iscuotono punto una rana trucidata e scorticata soltanto, e a mala pena una scorticata e sventrata; altre, che non iscuotono neppure le rane sventrate, se non son finite di preparare in guisa che le gambe tengano al tronco per i soli nervi crurali; altre che a mala pena convellono anche queste preparate di tutto punto, e solo finchè mantengono una grandissima eccitabilità, come la combinazione di acqua od altro umore con due metalli assai vicini nella scala, argento p. e. ed oro, o platina, e quella di un metallo qualunque, sia anche il migliore di tutti, cioè il zinco con acqua da una parte, e vino, o latte, o scialiva dall'altra ec.

È dunque in generale un mezzo tanto efficace quello di due della 2ª classe differenti che comunican fra loro da una parte, e combaciandolo d'ambo le parti stringon di mezzo uno della 1ª; quanto quello di due differenti della 1ª classe che similmente combaciano e stringon di mezzo uno della 2ª; e tanto può prevalere nei casi particolari quel mezzo a questo, quanto questo a quello, secondo che per fare la combinazione dei tre corpi si scelgono i due che appartengono alla stessa Classe, sia questa la 1ª, o sia la 2ª, più o meno differenti fra loro. Non sussiste dunque la preferenza che nella prec. Lett. ho data al mezzo dei due Corpi di 1ª Classe combinati con uno della 2ª sopra l'altro mezzo di due della 2ª combinati con uno della 1ª, non sussiste, dico, tal preferenza, se non in certe particolari combinazioni, che sono bensì molte ma non tutte e quindi non può generalizzarsi.

V° Frammento (ed ultimo) della 2ª Lettera al Mocchetti [*E* 33 g].

A farsi un'idea del come per l'azione diversa od ineguale de' Conduttori diversi che diventano nel mutuo combaciamento motori, viene determinato il fluido elettrico ad una corrente, e a comprendere nelle molteplici e infinitamente varie combinazioni quali abbiano ad essere i risultati, se debba cioè aver luogo la corrente, di quanto forte e in qual direzione, ove accelerarsi o ritardarsi ecc., gioveranno alcuni tipi consistenti nella semplice posizione di alcuni piccioli anelli concatenati in giro, con inscritta ciascuno una lettera majuscola, o minuscola, dinotando le lettere majuscole contornate da un circolo i Corpi della 1ª Classe e le minuscole quelli della 2ª. *A* sarà il zinco, rico-

Digitized by Google

nosciuto per il più potente, *B*, *C*, e le altre seguenti lettere lo stagno, piombo, e gli altri secondo la degradazione della Scala in cui li ho collocati, talchè *X*, *Y*, *Z* dinoteranno e. gr. la piombaggine, il rame piritoso, il .....

Così *a* sarà .....[1]..... in deliquio, *b* l'acido sulfurico concentrato, *c* il sapone molle, *d* l'acqua salata; e così discendendo fino all'acqua pura, che dinoterassi coll'ultima lettera *z*.

Or siano due della 1ª classe e. g. zinco e piombo marcati *A* e *C* che possano toccarsi e compire il circolo conduttore, combaciando questo a destra, quello a sinistra un corpo della 2ª classe qualunque segnato con una delle lettere minuscole, per es. *m*: con tale disposizione tosto che compirassi effettivamente tal circolo, come indica la quì annessa fig. 1ª, il fluido elettrico si metterà

Fig. 1ª

in giro, camminerà dal corpo *A* per l'interposto *m* a *C*, rientrando da questo in *A*, e continuando così a girare finchè non s'interrompa il circolo. Tale è il giro costante e la direzione della corrente elettrica; cioè in generale da quello de' due Conduttori di 1ª Classe che è superiore nella Scala da me disegnata, e che dinoto con lettera parimenti superiore nell'ordine alfabetico, al Conduttore di 2ª Classe, qualunque sia, ch'esso combacia,.....

.....

..... e la forza di tal corrente, e quindi l'effetto ch'essa produce nei nervi, che incontra sul suo passaggio, è tanto maggiore quanto più sono diversi tra loro cotai conduttori, anzi motori di 1ª Classe, ossia distanti nella Scala ed ordine indicato: conseguentemente assai più efficace della prima la combinazione qui appresso (fig. 2ª);

Fig. 2ª

[1] *Parole cancellate nel Mns.*

Digitized by Google

ed efficacissima quest'altra (fig. 3ª).

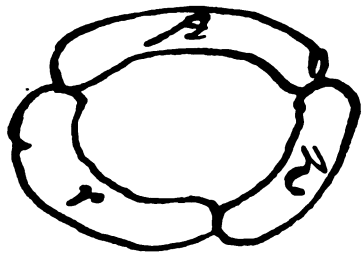


Fig. 3ª

Se mi domandate come io possa con sicurezza asserire, che la direzione della corrente è tale e non al rovescio, vi risponderò succintamente, che son giunto a scoprirlo con varj confronti delle sper.e di questo genere con altre di elett.à artificiale comune, eccitata cioè colle ordinarie macchine nelle quali è conosciuto in qual direzione si move e si scarica il fluido elettrico: il sapor acido sopra tutto eccitato sulla punta della lingua allorchè la si applica al conduttore della Macchina elettrizzato *in più*, cioè allorchè il fluido entra nella lingua; e il niun sapore, o il sapore assai più debole, e affatto diverso, tirante piuttosto all'alcalino che si sente allorchè si applica egualmente l'apice della lingua ad un Conduttore elettrizzato con egual forza ma *in meno*; mi han fatto conoscere benissimo qual era la direzione della corrente elettrica anche nelle sper.e del semplice combaciamento de' metalli: così se l'apice della lingua nella fig. qui sopra o tocca immediatamente *A*, od è rivolto verso di lui, sente il sapor acido, debole nella combinazione della fig. 1, discretamente forte in quella 2, e vivissimo nella 3; se all'incontro tocca o è rivolto detto apice della lingua contro *C*, *M*, *Z*, nelle stesse fig. 1, 2, 3, niun sapore prova nella 1ª, niente oppure al più uno debolissimo, appena percettibile non già acido, ma piuttosto alcalino nella 2ª, e nella 3ª un sapore acre, urente disgustoso, sebben non molto forte. Se dunque, come insegnano l'esper.e coll'elettricità artif. comune, il sapor acido assai più facile a sentirsi, si eccita dal fluido elettrico che entra nella punta della lingua, e l'altro più oscuro e più difficile a sentirsi, dal fluido che sorte da essa punta, è chiaro che la direzione della corrente nelle sper.se del combaciamento de' metalli, di cui ora si tratta, è quella che ho stabilita.

La stessa cosa confermasi da ciò che ho trovato, che la rana preparata al modo solito, ma indebolita alquanto, scuotesi più facilmente se nel circolo conduttore sta rivolta col tronco a quello de' due corpi della 1ª Classe, che è d'ordine superiore, e colle gambe a quello che è inferiore: così nella fig. 1ª se *m* sia la rana già da qualche tempo preparata e notabilmente debilitata, vuol essere rivolta col tronco verso *A* e co' piedi verso *C*, se vi si hanno ad ec-

Digitized by Google

citare nell'atto di compiere il circolo le convulsioni nelle gambe; collocata al rovescio, col tronco che guardi *C*, o non si convelle o pochissimo al compiersi similmente del circolo; si scuote talvolta invece all'atto di romperlo, succedendo per tal atto un riflusso ossia invertimento della corrente elettrica, come spiegherò altrove. Se i due motori di 1ª classe sono più distanti nella Scala, epperò maggiore la differenza d'azione, come nella fig. 2ª e 3ª, la più forte corrente che si eccita, ecciterà le convulsioni nella rana anche posta a rovescio, finchè mantiene questa un certo grado di vitalità; ma verrà finalmente a tale spossatezza che neppure colla combinazione della fig. 3 potranno eccitarvisi le convulsioni, se non collocandola nella posizione favorevole, cioè col tronco verso *A*: non si potranno, dico, ottenere le convulsioni all'atto di compiersi il circolo; ma bene si otterranno allora all'atto di disfarlo, ossia d'interrompere in un luogo o nell'altro la comunicazione.

Curiosissima cosa è il vedere posta la rana già da un pezzo preparata, e già molto stanca a pescare col tronco in un bicchiere d'acqua e colle gambe in un altro, e tuffando a riprese ne' due bicchieri i capi di un arco metallico, uno de' quali è di zinco, l'altro di ferro, di ottone, o d'argento, convellersi essa rana or solamente all'atto del compiersi il circolo coll'immersione, or solamente all'atto d'interrompersi col trar fuori dall'acqua o l'uno o l'altro capo od ambedue, o separare i pezzi dell'arco medesimo, cioè solamente all'atto di compiersi il circolo quando il zinco è quello che tocca l'acqua in cui pesca il tronco di rana, solamente e all'atto della separazione quando posta o la rana o l'arco metallico al rovescio, il zinco è rivolto all'acqua in cui pescano le gambe dell'animaletto.

Più bello e grazioso riesce lo spettacolo sperimentando con due rane alla volta, che peschino ne' bicchieri una al rovescio dell'altra; giacchè ove al compiersi il circolo coll'anzidetto arco fatto dei due metalli, una si convelle, quella cioè che è rivolta col tronco verso il zinco, e l'altra rimane quieta, balza poi questa all'atto d'interrompersi all'opposto di qua o di là esso circolo, e sta ferma la prima; e così sempre alternando.

Ho accennato che per tali curiose sperienze dev'essere la rana preparata da un pezzo e già molto spossata: s'ella è vivace ancora e facilmente eccitabile, anche con metalli poco dissimili, ossia distanti di pochi gradi nella Scala, si convelle in tutte le maniere, tanto se il di lei tronco sia rivolto al metallo superiore, quanto se sia rivolto all'inferiore, tanto cioè se la corrente vada da esso tronco alle gambe, quanto se vada da queste al tronco; ma allora si convelle d'ordinario solamente all'atto di compiere il circolo, e nulla o poco all'atto di romperlo: viene indi mano mano che s'indebolisce che si convella decisamente anche nel distacco: sì più forte che nel compiersi il circolo, se il suo tronco è rivolto non verso il superiore, ma verso l'inferiore de' due metalli: finalmente arriva, stando rivolta così, a scuotersi solamente nel distacco e nulla all'atto che si compie il circolo; e viceversa stando rivolta col tronco verso il metallo superiore.

Digitized by Google

Quest'è l'ordinario andamento, che ho scoperto, nelle rane preparate a dovere, eccitabilissime, e alle prime prove e per alcuni minuti, in seguito sempre più debilitate o stanche; ed è ben meraviglia come il rompimento del circolo conduttore eccitando, mercè il riflusso di fluido elettrico che cagiona, le convulsioni nella rana spossata, non le ecciti per lo più nella fresca e vivace. Confesso che non so spiegare tal cosa; come neppure da che dipenda, che riuscendo nella maggior parte, pur in alcune rane egualmente preparate non riescono affatto, o molto difficilmente, le prove di eccitarvi le convulsioni coll'interrompere il circolo ne' modi sopraindicati. Checchè ne sia, ciò che riesce costantemente e senza eccezione si è, che quando non si risente già più la rana al compiersi il circolo, o perchè già molto indebolita, o perchè poco differiscono tra loro i metalli, quando, dico, non si risente più affatto stando rivolta col tronco al metallo inferiore, si risente ancora benissimo, e continua per un pezzo a convellersi ad ogni volta che si compie il circolo, se sia rivolta invece col tronco al metallo superiore.

Or tanto basta per convincersi che la corrente elettrica tende da questo metallo superiore ad esso tronco, e attraversando tutto il corpo della rana passa al metallo inferiore, in cui ritornando al primo ec. continua in questa direzione il giro finchè non venga impedito, come accade ove rompasi in alcun luogo il circolo conduttore (allora cessa di progredire la corrente per tal interruzione od ostacolo che l'arresta di botto, anzi si rovescia indietro; e cagiona con tal riflusso i fenomeni sopra indicati); giacchè questa direzione giustamente che va da' tronchi nervosi ai loro rami, è molto più favorevole che l'opposta all'eccitamento de' nervi medesimi, e alla contrazione de' muscoli da tal eccitamento dipendente; che sia così me ne hanno accertato le prove, che fatte ho, sopra le rane preparate colla macchina elettrica, sottoponendole cioè a picciola scarica di Conduttori, e di boccie di Leyden: colle quali sper.° ho trovato, che se la scarica si fa nella direzione suddetta discendendo cioè da' tronchi alle ramificazioni nervose, basterà per avventura a convellere la rana che la carica della boccia fosse $^1/_{40}$, od $^1/_{50}$ di grado di un delicato Elettrometro; ma se all'opposto dirigesi dai rami de'nervi al tronco, si risentirà a mala pena l'animale od anche non si risentirà punto ad una scarica 4 o 5 volte più forte, di $^1/_{10}$ cioè, di $^1/_8$ di grado.

Queste sper.ze e la conseguenza dedottane intorno alla vera direzione della corrente elettrica eccitata co' soli combaciamenti de' Conduttori dissimili, le ho rese io già pubbliche, sono tre anni.

Digitized by Google

XVII.

LETTERA

AD

ANTON MARIA VASSALLI.

Pavia, 29 *Gennaio* 1796.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
	Ginevra, Bibl. Univ. (*).

OSSERVAZIONI.

TITOLO:

DATA: del V.

(*) La « Bibliothèque publique et Universitaire » ha gentilmente prestato per l'esame il Mns., inviandolo a mezzo della Biblioteca Braidense.

Digitized by Google

Digitized by Google

LETTERA

AD

ANTON MARIA VASSALLI.

Pavia, 29 *Gennaio* 1796.

Amico Car.^{mo} e P.^{rone} Stim.^{o}

Pavia, 29 Gen.^{o} 1796.

Per mia regola bramo intendere se Ella abbia ricevuta la 2^{a} mia lettera assai lunga scrittale circa un mese fa in continuazione dell'altra del passato 8bre, e che, acciò non le riescisse di alcuna spesa, affrancai all'Officio delle lettere di Voghera: come pure se le piace, che valendomi dello stesso mezzo io le spedisca anche la 3^{a} lettera, che ho già in pronto, e che contiene molte altre sperienze fatte in senso inverso di quelle già note, in cui s'adopravano due metalli diversi, cioè con un sol metallo interposto a due conduttori umidi, o di 2^{a} classe diversi. Questo nuovo mezzo ho trovato che è tanto efficace quanto quell'altro, di un conduttore umido cioè o di 2^{a} classe interposto a due metalli, o conduttori di 1^{a} classe diversi. Fralle molte sperienze, ch'Ella amerà di ripetere dopo che avrà letta la lettera che le ho preparata, faccia intanto questa, che brevemente le descrivo quì. Decapitata una rana, e finita di trucidare con passarle un grosso ago nella spinal midolla, immerga le di lei gambe in un bicchiero d'acqua, e il tronco in un altro; faccia comunicare l'acqua di uno di tai bicchieri con una forte lisciva, o con olio di tartaro, contenuto in un terzo bicchiero (per tal comunicazione può servirsi di una fetta di polenta, di bianco d'uovo indurito, di ricotta ec. o meglio di un pezzo di grosso tendine di manzo, di un pezzo di budello, di una fetta di carne ec. il qual pezzo sia abbastanza succoso, ond'essere buon conduttore); così disposte le cose, preso un arco di zinco ne intinga un capo nel d.^{o} liquor alcalino e l'altro

Digitized by Google

nel bicchiere d'acqua disgiunto, onde compiere il circolo; e vedrà la rana balzare ad ogni volta che ripeterà tal giuoco. Meglio è intingere l'arco prima nell'acqua, indi nel liquor alcalino. Meglio ancora se l'arco di zinco sia in due pezzi, ciascun de' quali stia immerso profondamente nel rispettivo liquore, e si adducano poi al contatto i due pezzi metallici.

Se la rana sarà al dippiù sventrata, senza essere finita di preparare, cioè lasciando al di dietro i lombi, molto più facilmente succederanno le convulsioni non solo contrapponendo all'acqua un forte liquor alcalino, ma altri liquori pur anco, come acqua salata, sangue, colla semiliquida, ec.

Non accade il dire, che se i due liquidi fra' quali si stabilisce la comunicazione coll'unico metallo, sono acqua ed acqua, alcali ed alcali, simili insomma, non si ottiene l'effetto. Come neppure il far osservare, che se la rana è finita di preparare molto più facilmente vi si eccitano le convulsioni, e fino con liquori pochissimo diversi tra loro.

Il zinco fa generalmente meglio degli altri metalli, e l'argento è presso a poco il peggiore; però è ottimo, e supera tutti, se uno dei liquori, in cui s'intinge è fegato di solfo.

Sono in fretta

Di Lei Am.^{o} Car.^{mo} e P.^{rone} Stim.^{o}

Dev.^{mo} Obbl.^{mo} Ser.^{e} e Amico

ALESSANDRO VOLTA.

All'Ill.^{mo} Sig.^{re} Sig.^{r} P.^{rone} Col.^{mo}

Il Sig.^{r} Ab. Anton Maria Vassalli

Prof.^{re} nella R. Università di

TORINO.

Digitized by Google

XVIII.

SUL GALVANISMO

OSSIA

SULL' ELETTRICITÀ

ECCITATA DAL CONTATTO DE' CONDUTTORI DISSIMILI

TRE LETTERE

AL

PROF. GREN DI HALLA

E

APPENDICE.

Digitized by Google

Osservazioni.

Il V. scrisse nello stesso tempo e sul medesimo argomento: « *Mémoire sur l'electricité excitée par le contact de conducteurs même les plus parfaits* » in continuazione alle lettere del 1792 dirette a Van Marum (Segretario della Società olandese di scienze di Harlem).

Tale Memoria, di cui esistono in Cart. Volt. 2 minute (la prima scritta in italiano L 11, la seconda scritta in francese J 42, J 43), non fu dal V. mandata al Van Marum avendo il V. ritenuto di averla sostituita con la pubblicazione di queste 3 lettere al Gren. La Memoria stessa trovasi pubblicata al N. XIX.

In Bosscha Corr., dove sono pubblicate le sopra citate lettere a Van Marum in *Notes*, a pag. 120 leggesi pure: « Il semble que Volta, après avoir communiqué successivement à Gren les résultats de ces nouveaux travaux, a refondu et complété ces communications dans un mémoire, ordonné en trois lettres et divisé en CX paragraphes, sans s'astreindre rigoureusement à l'ordre des lettres, qu'il avait en réalité envoiées à Gren. Ainsi la première lettre des *Annales* de Brugnatelli contient les paragraphes 1-54, tandis que chez Gren et Van Mons, la première lettre ne contient que la substance des trois premiers paragraphes... Les paragraphes 26-31 de Brugnatelli et Antinori manquent chez Gren et Van Mons, de même, que plusieurs expériences décrites dans l'édition refondue par Volta ».

Digitized by Google

XVIII (A).

ESTRATTO DI LETTERA

DEL PROFESSORE VOLTA

AL PROFESSORE GREN DI HALLA.

Como, 1° *Agosto* 1796.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
Gren, N. Journ., T. III (1797), fasc. III, pg. 479 (estratto). **Br. Ann.** T. XIII (1797), pg. 226. Ann. de Ch. T. 23 (1797), pg. 276 (traduz. franc. dal ted.). Ant. Coll. T. II, P. II. pg. 5.	Cart. Volt.: J 34.

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da Br. Ann.

DATA: del V. in J 34.

J 34, Minuta scritta in francese, quasi completa, ed assai vicina al testo che si pubblica, intitolata dal V. « Squarcio della lettera al prof. Gren ».

Digitized by Google

Digitized by Google

LETTERA PRIMA.

Como, 1 *Agosto* 1796.

..... Eccovi a tal proposito una sperienza assai curiosa.

§ I. Riempite una tazza di stagno con acqua di sapone, con latte di calce, o meglio con una lisciva discretamente forte, indi avendo impugnata codesta tazza con una od ambedue le mani umettate d'acqua semplice, intingete l'apice della lingua nel liquore: vi farà sorpresa l'inaspettata sensazione, che proverà la vostra lingua di un *sapore acido* al contatto del *liquore alcalino*. Un tal sapore agro vi si farà sentire deciso, ed anche forte per alcuni istanti; ma poco a poco andrà cambiandosi in un sapore differente, più salato e piccante che acido, tantochè alla fine diverrà acre e del tutto alcalino, a misura che il liquore penetra la lingua, e che l'attività del sapore suo proprio, la sua azione chimica più fortemente spiegata la vince da ultimo sopra la sensazione di sapore acido cagionata dalla corrente di fluido elettrico, che va dall'interiore della tazza di stagno al liquore contenuto, entra per la punta della lingua, ed attraversando questa e parte della persona, ritorna al medesimo metallo, ripassa nel liquore ec. e mantiene per tal guisa una circolazione perpetua.

§ II. Gli è così, che io spiego questo curioso fenomeno secondo i miei principj già esposti in altri scritti: e di vero non può trovarsi altra spiegazione. Tutto infine conferma ciò che ho avanzato e provato in mille maniere, cioè: che il combaciamento di *conduttori diversi*, singolarmente dei conduttori metallici, compresevi le piriti e altre miniere, e il carbone di legna, che ripongo tutti nella medesima classe de' conduttori metallici, e chiamo conduttori secchi, o di prima classe, il combaciamento, dico, di cotai conduttori fra loro e con altri conduttori umidi, o contenenti qualche umore, che assegno ad una seconda classe, scuote, spinge, incita in qualsisia modo il fluido elettrico. Non mi domandate per anco il come ciò siegua: basta al presente, che questo sia un fatto, e un fatto generale.

§ III. Questo incitamento, questa mossa, che vien data al fluido elettrico in virtù di tali combaciamenti, sia attrazione, ripulsione, o impulso qualunque, è differente o ineguale sì per i differenti metalli, che per i differenti conduttori umidi, di maniera che se non la direzione, almeno la forza con cui viene spinto

Digitized by Google

o sollecitato il fluido elettrico è differente, quì dove il conduttore A si applica al conduttore B, e là dove si applica a un altro C. Tutte le volte adunque che in un circolo compito di conduttori se ne trovi od uno della seconda classe interposto a due della prima differenti fra loro (uno o più corpi acquosi comunicanti, i quali propriamente non ne formano che uno, fra due metalli di differente specie, per es. argento e piombo, che comunicano immediatamente fra loro, o per mezzo di altri metalli), o reciprocamente uno della prima classe interposto a due della seconda pur diversi fra loro (e. g. un pezzo d'argento, di stagno o di zinco fra l'acqua od un corpo imbevuto d'umor acquoso da una parte, ed un liquore mucillaginoso, saponaceo o salino dall'altra) in tutti, dico, questi casi si stabilirà, giusta la forza prevalente in un senso o nell'altro, una corrente elettrica, una circolazione di questo fluido da destra a sinistra, o da sinistra a destra; la qual corrente non cesserà, che interrompendo il circolo, e cessata si ristabilirà tosto, e tutte le volte, che il detto circolo sarà di nuovo completato ec.

§ IV. Queste due maniere o combinazioni opposte amo di rappresentarle colle figure simboliche o tipi quì annessi (fig. 1 e 2), in cui le lettere majuscole indicano i differenti Conduttori o *Motori* della prima classe, e le minuscole quelli della seconda classe.

§ V. È chiaro per se ed è quasi inutile ch'io vi faccia rimarcare, che se il circolo è formato di due sole specie di Conduttori, per quanto differenti essi sieno e qualunque sia il Numero de' pezzi di cui ciascuno di essi è composto (fig. 3, 4, 5 e 6), due forse eguali trovandosi allora in opposizione, cioè il fluido elettrico venendo spinto o sollecitato egualmente in due sensi contrarj, non può determinarsi alcuna corrente da destra a sinistra, o da sinistra a destra, capace di eccitare alcuna sensazione o moto muscolare.

§ VI. Ma neppure facendo entrare nel Circolo tre o più conduttori diversi, e d'ambo le classi, si ottiene sempre e in tutti i modi l'aspettato effetto del sapor sulla lingua, delle convulsioni nella rana ec., giacchè vi hanno delle combinazioni in cui le forze controbilanciandosi egualmente che ne' casi del § precedente, non ha luogo alcuna corrente elettrica, almeno tale, che possa fare impressione sopra i nervi i più delicati, o eccitare convulsioni nella rana la meglio preparata compresa nel Circolo, tuttochè v'intervengano due o più metalli differenti. Ciò accade allorquando ciascuno dei metalli trovasi interposto a due conduttori umidi, ossia della seconda classe, e presso a poco della medesima specie, come nella (fig. 7), od anche quando entrino nel circolo conduttore tre pezzi, due dello stesso metallo, ed uno di un altro, combinati in maniera, che questo trovisi interposto a que' primi, come nella fig. 8.

§ VII. Che se il pezzo metallico intermedio *A*, applicato immediatamente con un capo a l'uno dei due pezzi *Z*, non venga a toccare immediatamente l'altro *Z*, ma bene coll'interposizione di un Conduttore della seconda classe

Digitized by Google

qualunque sia, grande o piccolo, sia e. g. uno strato, ed anche una semplice goccia d'acqua, di scialiva, di sangue, un pezzo di carne umida, cruda o cotta, di fungo non secco, di gelatina, di colla di farina, di sapone, di formaggio, di bianco d'uovo liquido o indurito; in questa nuova combinazione rappresentata dalla fig. 9 siccome un Conduttore della seconda classe, *a*, si trova interposto ai due della prima *A Z*, intanto che l'altro *Z* tocca immediatamente lo stesso *A*, le forze non trovandosi più controbilanciate, come nel caso precedente della fig. 8, ciò basta perchè venga mosso il fluido elettrico, e tratto in giro: che però se *r* (fig. 9) sia una rana preparata, verrà violentemente scossa tutte le volte che compirassi un tal circolo.

§ VIII. Vi è facile, Signor mio, di scorgere, che queste ultime sperienze dinotate dalle figure ossia tipi 8 e 9 rivengono a quelle pubblicate dal Consiglier Humboldt, in cui una gocciola d'acqua o un pezzettino di carne fresca, e fino uno strato sottilissimo di umore qualunque, l'alito solo della bocca, fanno tutta la magia: sperienze ch'egli descrive in una sua Lettera al Professore Blumenbach in Giugno 1795, la quale si trova inserita nel vostro esimio Giornale di Fisica (1) Tom. II, pag. 115, sperienze finalmente, che dedotte dai miei principj, e diversificate in mille maniere, mi erano familiari già da alcuni anni.

§ IX. Che se s'interponga un'altra goccia d'acqua o un conduttore qualunque acquoso ossia di seconda classe, fra l'altro capo di *A*, e l'altro pezzo corrispondente di *Z*; onde risulti la fig. 10, allora ciascun pezzo metallico trovandosi isolato, voglio dire compreso tra due conduttori acquosi, ecco di nuovo le forze da destra a sinistra, e da sinistra a destra contrabilanciate da per tutto, ecco impedita perciò la corrente elettrica; e conseguentemente la rana, che può essere uno o l'altro dei tre conduttori di seconda classe *a a r*, o farne parte, restarsene immobile.

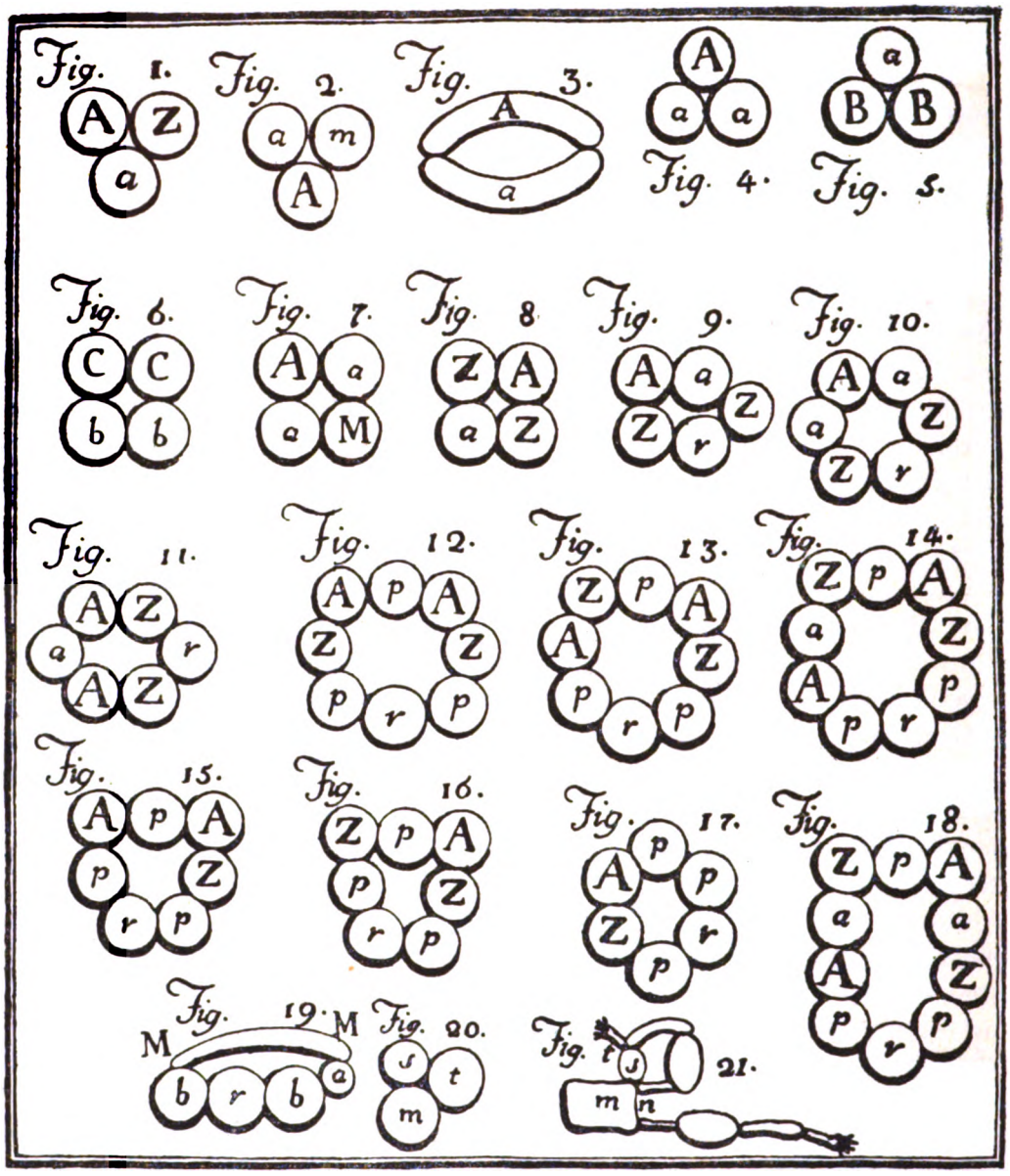
§ X. È dunque di assoluta necessità per ottenere le convulsioni nella rana, il sapore sulla lingua, la sensazione di luce nell'occhio ec.: che i due metalli o conduttori della medesima classe, diversi tra loro si trovino in contatto immediato da una parte, che formino insomma un arco metallico eterogeneo continuo, e che tocchino da un'altra parte ciascuno, e serrino in mezzo quello o que' conduttori della seconda classe che formano l'altro arco.

§ XI. Dopo aver veduto ciò che succede impiegando, ossia facendo entrare nel circolo tre pezzi metallici, ossia conduttori della prima classe, due della medesima specie, ed uno differente, combinati or in una maniera, or in un'altra con dei conduttori di seconda classe, vediam ora ciò che debba accadere se-

(1) Neues Journal der Physik herausgegeben von D. Friedrich Albrecht Carl Gren, Professor zu Halle. Leipzig, 1795.

Digitized by Google

condo i miei principj con quattro pezzi metallici, due di una specie, e. g. d'argento, e due d'un'altra, e. g. di zinco, secondo che vengono a variarsi similmente le combinazioni dei conduttori umidi. Non è difficile il comprendere,



ed io l'indovinai bentosto, che se tai quattro pezzi metallici venissero disposti nel circolo come nelle fig. 11 e 12, le forze che tendono a smuovere e mettere in corrente il fluido elettrico trovandosi in opposizione e perfettamente contro-

Digitized by Google

bilanciate, non verrebbe punto commossa la rana formante o tutto o parte dei conduttori umidi in tal circolo, per eccitabile che ella fosse, e ben preparata: previdi, dico, ciò; e le sperienze fatte con esattezza, e le attenzioni necessarie, soprattutto che i metalli siano ben asciutti e netti nei punti in cui vanno a toccarsi, hanno pienamente confermato la mia predizione; le rane sottoposte alle prove nell'indicato modo delle fig. 11 e 12 non han sofferto alcuna scossa, alcun movimento convulsivo.

§ XII. Al contrario questi moti e contrazioni si sono sempre manifestati, come io lo prevedeva conforme a' miei principj, tutte le volte che ho soppresso uno dei quattro pezzi metallici, o che ne ho cambiato la disposizione, come nelle altre figure seguenti di cui tosto ci occuperemo. Gioverà quì intanto accennare alcune cose intorno alla varia maniera di eseguire queste e simili sperienze.

§ XIII. I conduttori della seconda classe dinotati in tutte le antecedenti figure, e nelle altre appresso dalle lettere *a*, *r* od altre minuscole, possono essere delle tazze d'acqua, in cui peschino rispettivamente la lamina o verghe metalliche dinotate dalle lettere majuscole *A Z* od altre; possono essere delle spugne, pezzi di corda, di pelle, di cartone o altri corpi imbevuti bene di umore acqueo; essere grandi, piccoli o piccolissimi; composti d'uno o di più pezzi, purchè contigui; possono essere delle persone, purchè le mani che s'intrecciano trovinsi abbastanza umide ec. ec. In quest'ultima maniera le sperienze riescono belle oltremodo e dilettevoli, cioè formando il circolo di tre o più persone (io ne ho fatto a maggiore stupore con una corona di 10, 15, 20 persone), d'una o più rane ben preparate ec. inserite convenientemente nell'istesso circolo o catena di persone, e di quattro pezzi metallici, due d'argento, e gli altri due di ferro, o meglio di stagno, e assai meglio ancora di zinco: riescono, dico, le sperienze al sommo curiose; e la diversità de' resultati, il totale cambiamento secondo che si variano semplicemente le combinazioni, dal massimo effetto cioè al nullo, è cosa affatto sorprendente.

§ XIV. Sia dunque la disposizione come nella fig. 12 in cui *r* sarà la rana preparata sospesa quinci pe' piedi e quindi pel tronco dalle mani di due persone *p p*: *Z Z* siano due verghe di zinco impugnate da queste medesime persone: *A A* due lamine d'argento impugnate da una terza persona marcata anch'essa *p* (*a*). Non vuole scordarsi, che le mani debbono essere tutte ben umide, giacchè la pelle asciutta non è quanto conviene buon conduttore. Or dunque in questa combinazione le azioni dei motori elettrici trovandosi opposte, ed

(*a*) Si comprende tosto che questa fig. 12 presenta l'istesso caso della fig. 11, ed è in fondo tutt'uno che fra *Z* e *Z* trovisi interposto il solo conduttore umido o di seconda classe *r* (fig. 11) o i tre *p r p* (fig. 12) che uniti ne formano parimenti uno solo, sendo essi egualmente conduttori acquei.

Digitized by Google

esattamente controbilanciate, siccome è facile di rilevare dall'ispezione sì di questo, che dell'antecedente tipo (fig. 11 e 12), niuna scossa, niuna convulsione nella rana, conforme già si è detto (§ 11).

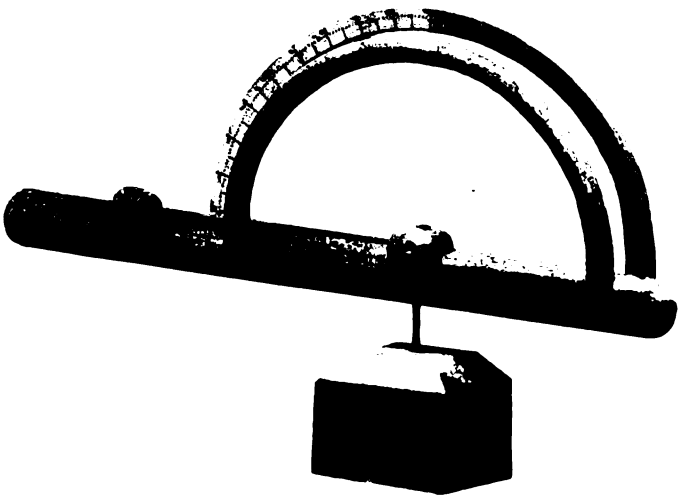
§ XV. Adesso lasciando a suo luogo una delle due combinazioni de' metalli dissimili *A Z*, mantenendoli al loro mutuo contatto, e interposti come stanno fra le due persone *p p*, o ad altri conduttori umidi quali essi siano, si venga ad invertire la posizione dei due altri pezzi *A Z*, cambiando la fig. 12 nella 13 (con che le azioni moventi l'elettricità, invece di opporsi, cospireranno a spingere il fluido elettrico nello stesso senso a produrre la medesima corrente): oppure s'interponga in un luogo o nell'altro tra *A* e *Z* un'altra persona, od un conduttore qualunque della seconda classe, in guisa che la catena risulti come nella fig. 14 o in altra maniera, senza aggiungere nulla, si levi invece dalla fig. 12 uno de' pezzi *A* od uno dei *Z*, in modo di ridurre la catena come sta nelle fig. 15 e 16 o in altra maniera ancora si levi tutt'intera una delle due coppie *A Z*, come rappresenta la fig. 17 (che riviene infine al caso della fig. 1, tutta la catena *p, r, p, p* potendo essere considerata come un sol conduttore umido, o di prima classe): in tutte queste combinazioni indicate dalle fig. 13, 14, 15, 16 e 17 l'azione, che risulta dai contatti metallici non sarà più contrariata o controbilanciata, come lo era nelle fig. 11 e 12, e per conseguenza la corrente elettrica si stabilirà; e la rana, che suppongo ben preparata e compresa nelle anzidette catene, sarà scossa tutte le volte che il circolo trovandosi in qualsisia luogo interrotto, massime tra metallo e metallo, si verrà a compirlo esattamente.

§ XVI. Quanto all'esperienza di separare qualunque delle due coppie *A Z*, cioè d'interporre fra l'uno e l'altro metallo diverso un conduttore umido, o di seconda classe (fig. 14), è bastante all'uopo, come ho già fatto osservare per la fig. 9 (§ 7) [1] una goccia d'acqua, un pezzetto di spugna bagnata, di carne fresca, di sapone umido, un sottile strato di qualsivoglia fluido, o materia viscosa ec. Questa esperienza sorprendente io soglio farla impiegando per uno dei pezzi d'argento un cucchiaio o tazza contenenti dell'acqua, e facendo che la persona che tiene la lamina o verga di zinco (di stagno, o di ferro) ben secca e netta, tocchi con codesto metallo diverso ora le pareti asciutte di tal cucchiajo o tazza d'argento, ora l'acqua contenutavi. Egli è veramente sorprendente e curioso il vedere, che mentre questa seconda maniera, di toccare cioè l'acqua, non manca mai di scuotere vivamente e far balzare la rana preparata a dovere, l'altra di toccare col zinco immediatamente l'argento (la qual maniera riviene al caso della fig. 12), non eccita alcun moto nell'animaletto; salvo che siavi per accidente qualche piccola goccia, od un sottile strato di umidità, di viscosità ec. che interpongasi al luogo del contatto de' due metalli: ciò che riconduce il caso della fig. 14.

[1] Richiamo errato in *Br. Ann.* e *Ant. Coll.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

1. 2. 3.



4.

1, 3, 4. Elettrometri del Bennet, dell'Henley e del Cavallo, resi dal Volta comparabili con sè stessi e cogli altri.

2. Elettrometro condensatore.

(*dai Cimelî scientifici di A. Volta, già posseduti dal R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere in Milano*).

Digitized by Google

Digitized by Google

§ XVII. Questo v'insegna con qual attenzione e cura scrupolosa debbono esser fatte queste sperienze, per evitare degli errori, e degli equivoci troppo facili a nascere, e che potrebbero far comparire pieno di anomalie e d'incertezze quello che pure è perfettamente conforme ai principj da me stabiliti.

§ XVIII. Che se io separo un dall'altro coll'interporvi dell'acqua, o qualche corpo umido, grande o piccolo che sia, non solamente i metalli dell'una coppia *A Z*, come nella fig. 14, ma ben anche i due dell'altra simile coppia, come rappresenta la fig. 18, allora ciascun pezzo di metallo trovandosi frapposto a dei conduttori umidi simili, con che le azioni quali esse sieno, che ciascuno di quelli esercita contro questi debbono venir quinci e quindi bilanciate; in somma non avendo luogo alcun contatto mutuo di metalli diversi, ciò che abbiam veduto (§ 10) essere necessario per eccitare la corrente elettrica, quando appunto gli altri conduttori umidi sono o simili affatto, o poco dissimili fra loro, ecco di nuovo che la rana non è punto commossa.

§ XIX. Non voglio trattenervi più a lungo intorno a simili combinazioni, che si possono variare all'infinito con un maggior numero di pezzi metallici, di due, di tre, e più specie ec., e in cui si potranno facilmente predire gli eventi, o almeno si troveranno sempre, dietro un attento esame, consentanei ai principj stabiliti. Mi basta al presente di conchiudere, che se in un circolo composto di *due conduttori* soli, per differenti ch'essi sieno, i contatti mutui non possono occasionare alcuna corrente elettrica valevole ad eccitare nè sensazioni, nè moto muscolare (§ 5); e se al contrario quest'effetto ha luogo infallibilmente tutte le volte che entrano nel circolo *tre conduttori*, uno d'una classe, e due dell'altra parimenti diversi fra loro, e posti a mutuo contatto (§ 3), effetto tanto più forte, quanto questi son più diversi tra loro; negli altri casi, in cui entrino più di tre conduttori diversi, l'effetto ha o non ha luogo, giunge a tale o tal grado, secondo che in differenti combinazioni le forze che si spiegano a ciascun contatto eterogeneo, e delle quali molte si trovano in opposizione spingendo, sollecitando il fluido elettrico in senso contrario, secondo, dico, e a misura che tali forze trovansi controbilanciate (il caso di un perfetto equilibrio si comprende che dev'essere molto raro), ovvero che la somma di quelle tendenti e cospiranti ad una direzione supera la somma di quelle tendenti alla direzione contraria.

§ XX. Ma lasciando le combinazioni troppo complicate, e ritornando ai casi più semplici, e perciò più dimostrativi dei *tre conduttori diversi* gioverà quì osservare che la maniera rappresentata dalla fig. 1, cioè di due metalli o conduttori di prima classe di differente specie, addotti ad un contatto immediato tra loro, ed applicati d'altra parte a dei conduttori umidi, o di seconda classe, in modo da formare tutt'insieme un circolo, codesta maniera è quella, che si è praticata comunemente dal principio del 1792 fino ad ora dietro le scoperte di GALVANI, e dietro ciò che da me è stato consecutivamente aggiunto

Digitized by Google

alle medesime giusto per rapporto a una tale differenza dei metalli, da cui come sapete io faccio dipendere tutto il giuoco in tali sperienze, e non da un'elettricità propriamente organica, come han preteso i Galvaniani.

§ XXI. L'altra maniera, che è l'inversa della prima, e di cui si ha il tipo nella fig. 2, cioè di un sol metallo interposto a due conduttori umidi diversi, es. gr. a dell'acqua semplice, o corpo imbevuto d'acqua da una parte, e ad un liquore mucoso, saponaceo, o salino dall'altra; quest'altra maniera io non l'ho scoperta propriamente e ben stabilita, che nell'autunno del 1794, e quantunque io ne abbia mostrato dopo tal tempo le sperienze moltiplici e in cento modi variate a molti, tanto nazionali, che forastieri, fra' quali al Cons. Humboldt più sopra nominato (§ 8), il quale ha fatto parte di alcune in un'altra sua lettera al medesimo Prof. Blumenbach del 26 Agosto 1795, inserita egualmente nel II Tomo del vostro nuovo giornale Parte IV, pag. 471, quantunque io ne abbia scritto a varj de' miei corrispondenti, e pubblicate anche alcune lettere, in cui la cosa è chiaramente annunziata; non ho ancora posto questo nuovo soggetto in quel lume, che merita: ciò che mi propongo di fare in parte adesso, e più ampiamente a migliore opportunità.

§ XXII. Or bene, l'esperienza singolare, che vi ho descritta al principio (§ 1), del sapore acido eccitato sulla punta della lingua al primo suo toccare nelle date circostanze un liquor alcalino, appartiene, come vedete, a questa seconda maniera (§ prec.) d'incitare e mettere in circolo il fluido elettrico, la tazza di stagno venendo toccata al di fuori dalla mano bagnata d'acqua e al di dentro dal liquor alcalino (§ 1); e mostra che questa corrente elettrica, producendo un tale e tanto effetto, non è men forte e attiva, anzi supera per avventura quella che si eccita nella prima maniera, cioè coll'impiegare due metalli sufficientemente ben assortiti, come sarebbe piombo e rame, ferro e argento, zinco e stagno, e interporre ai medesimi de' semplici conduttori acquei.

§ XXIII. Aggiungerò qui, che se allo *stagno* solo frapposto all'*acqua* e ad un *liquore alcalino* si eguaglia quasi l'effetto che producono due metalli i più diversi fra loro in ordine a tal virtù elettrica, come *argento* e *zinco*, ai quali trovinsi, come diceva, interposti dei *Conduttori acquei*, si può un effetto egualmente forte, ed anche più forte ottenere col ferro solo, o coll'argento solo, frapponendo cioè il *ferro all'acqua* da una parte e ad *ossinitrico* dall'altra, e per l'*argento* frapponendolo ad *acqua*, e ad un solfuro in liquore.

§ XXIV. Così dunque una rana decapitata, e finita di trucidare col passarle uno stecco per entro e tutt'al lungo della midolla spinale, immergetela, senza prepararla altrimenti, senza sventrarla, senza neppure scorticarla, in due bicchieri d'acqua, cioè parte del tronco in uno, e parte delle gambe nell'altro, al solito: ella sarà vivamente scossa, e soffrirà violenti sbattimenti tosto che voi stabilirete una comunicazione fra le acque dei due bicchieri mediante un arco formato da due metalli molto diversi, come argento contro

Digitized by Google

stagno o piombo, o meglio argento contro zinco. Non così se i due metalli saranno meno diversi, come oro e argento, argento e rame, rame e ferro ec. Con questi metalli non abbastanza diversi si scuote benissimo una rana sventrata, e meglio se preparata di tutto punto, in guisa cioè, che le gambe tengano al tronco per i soli nervi crurali; ma non la rana intiera, o scema soltanto del capo. Ma che? si scuoterà assai bene codesta rana sì poco preparata avvengachè se voi tufferete in uno dei due bicchieri d'acqua l'estremità d'un arco di zinco, o di stagno nudo, o bagnato d'acqua, e nell'altro bicchiero l'altra estremità dell'istesso metallo sporcato a bella posta d'una goccia d'alcali: meglio poi, e più che coll'arco formato de' due metalli zinco e argento, se voi fate l'esperienza con un arco di ferro solo, un capo del quale sia rivestito d'un sottile strato, o tenga una goccia d'ossinitrico: e meglio ancora, in modo di sorpassare ogni aspettazione, se voi prendete un arco d'argento intriso in una delle estremità di solfuro di potassa.

§ XXV. La fig. 19 vi presenta il tipo di questa sperienza, in cui *r* è la rana, *b*, *b*, i due bicchieri d'acqua, *M M* l'arco di un sol metallo, ed *a* la goccia, o sottile strato di umor mucoso, salino ec. di cui è intonacato un capo di tal arco, ossia che s'interpone da questa parte tra il metallo e l'acqua.

§ XXVI. Quando il liquore diverso dall'acqua è tale che le gambe, o il tronco della rana soffrono d'esservi immersi senza danno o guasto presentaneo, senza che ne vengano gravemente offese o disorganizzate le parti, sarà forse più a proposito, e l'esperienza riuscirà in certo modo più parlante, se si verrà a farla empiendo uno de' due bicchieri di esso liquore, e immergendovi a dirittura quella parte che si vuole della rana, mentre l'altra s'immergerà nell'acqua dell'altro bicchiere. Allora l'arco di un sol metallo, che con un capo s'intinga in uno dei due fluidi (quanto più profondamente, ossia in modo di combaciarlo con più ampia superficie, tanto meglio), e coll'altro capo venga a combaciare l'altro fluido, compiendo così il circolo, darà mossa alla corrente elettrica, ed alle convulsioni della rana, egualmente o meglio, che nel modo qui sopra descritto (§ 24, 25).

§ XXVII. L'esperienze riusciran meglio ancora servendosi di un arco sibbene di un sol metallo, ma di due pezzi, ciascuno dei quali tengasi immerso nel rispettivo liquore, tantochè lo tocchi in molti punti, e si adducano indi tali due pezzi al mutuo contatto: il quale contatto basta, ed è presso a poco indifferente in queste e simili sperienze, che succeda fra metallo e metallo in molti o pochi punti, essendo questi conduttori eccellenti.

§ XXVIII. Ma non è già indifferente il più o men ampio contatto de' metalli coi conduttori umidi, o di seconda classe molto meno perfetti dei primi; e più ancora si ricerca esteso per i conduttori di detta seconda classe fra loro; come pure che tutta la lunghezza, o serie di tai conduttori, presenti un largo continuo canale, acciò libera passi la corrente elettrica. Quindi è, che fuori

Digitized by Google

dei nervi, o di quelle parti dell'animale, ove si cerca che passi appunto raccolta o ristretta tal corrente, acciò ne vengano quelle vieppiù stimolate, fuori, dico, di cotal passaggio, che vuol essere stretto anzi che no, in tutto il rimanente della strada o catena de' conduttori umidi, dee procurarsi una sufficiente larghezza.

§ XXIX. Ritornando dopo questa breve non inutile digressione al proposito dei liquori diversi, se in alcuni possono benissimo venir tuffati i membri della rana, senza che ne riportino di presente grave offesa, come nell'acqua leggermente salsa, nella saponata, nel vino ec., non lo possono certamente in altri quali sono i forti acidi, e gli alcali, massime caustici, che ne distruggono l'organizzazione, ed altri liquori salini che pure l'intaccano, e la guastano in poco tempo. Volendo dunque fare le sperienze con questi liquori, uno de' modi ch'io pratico si è di porre la rana a bagno, secondo il solito, ne' due bicchieri d'acqua, e di far comunicare uno di questi per mezzo di un terzo conduttore umido, o di seconda classe, con un terzo bicchiere pieno di quel tal liquore, acido, alcalino, o qualunque sia. Codesto conduttore intermedio, che stabilisce e mantiene la comunicazione dell'uno de' due primi col terzo bicchiere, formando come un altro ponte, simile a quello che forma dal primo al secondo bicchiere la rana, può essere una corda, una pelle o un cartone bagnati, un pezzo di carne, di tendine, o grossa cartilagine di un qualche animale, freschi o succulenti, una fetta di zucca, di melone o di altro frutto succoso, oppure di polenta, di ricotta ec. ogni corpo insomma può servire, purchè sia abbastanza buon conduttore, o abbastanza grosso o largo per dar libero passaggio alla corrente elettrica, giusta quanto ho fatto qui sopra osservare (§ prec.): la quale corrente viene determinata e mossa ogni qualvolta intingo un capo dell'arco metallico, sia nel bicchiero in cui pesca il tronco della rana, sia in quello in cui pescano le gambe, pieni ambedue d'acqua, e l'altro capo pur dell'istesso metallo l'intingo nel terzo bicchiere comunicante con uno di quelli e contenente il liquor salino, od altro diverso dall'acqua.

§ XXX. Talora anche metto in opera quattro o più bicchieri, disponendoli in modo, che i due pieni d'acqua addosso ai quali sta la rana al solito, pescando col tronco nell'uno, e con una od ambe le gambe nell'altro, comunichino ciascuno, per mezzo similmente di conduttori di seconda classe, con altri bicchieri contenenti liquori diversi e dall'acqua e tra loro; e facendo le prove coll'arco di un sol metallo, oppure di due pezzi, ma dello stesso stessissimo metallo, ottengo le convulsioni nella rana tutte le volte, che tocco cogli estremi di tal arco due liquori abbastanza diversi, e non mai quando tocco i simili; a meno che una di tali estremità dell'arco trovisi per sorte intrisa di un liquore diverso da quello cui bacia l'altra estremità.

§ XXXI. Come però basta di una goccia, o sottil tonaca di quel qualunque liquore, che ricopra o veli un'estremità dell'arco metallico omogeneo; e che

Digitized by Google

allora servono assai bene i due soli bicchieri d'acqua, in cui pesca la rana; soglio più frequentemente fare le sperienze in questa maniera, che è quella già sopra descritta (§ 24, 25); giacchè oltre al riuscire più comode ed anche più sorprendenti, si possono più facilmente e con maggiore speditezza variare. Ci tratterremo dunque di più intorno a questa maniera.

§ XXXII. Le differenze considerabilissime riguardo alla quantità ossia forza degli effetti prodotti nelle prove, di cui si è parlato nel § 24 vi indicano di già, che se per un dato metallo la corrente elettrica eccitata dai contatti è la più forte allorchè questo metallo combacia un tal liquore da una parte e un tal altro dall'altra, per un altro metallo sono altri liquori, che fanno il maggior effetto: in guisa, che per ciascun metallo vuolsi costrurre per via di sperienze una scala particolare, nella quale sian collocati gli conduttori umidi, o di seconda classe, secondo l'ordine de' più o meno attivi. Io mi sono molto occupato in questi ultimi due anni di tal oggetto, e ho digià sbozzate molte di queste scale, che pubblicherò tosto che le abbia un poco più perfezionate.

§ XXXIII. Per darvene qui intanto qualche saggio vi dirò, che ad oggetto di classificare in qualche maniera la varietà immensa di questi conduttori umidi, io li distinguo in umori acquosi, spiritosi, mucosi e glutinosi, zuccherosi, saponacei, salsi, acidi, alcalini, solforosi; suddividendo gli acidi in ciascuno degli acidi minerali più conosciuti (giacchè questi mi presentano, singolarmente l'ossinitrico, e l'ossimuriatico, grandi differenze negli effetti di cui si tratta, e ne' rapporti coi diversi metalli), e così anche nei principali del regno vegetabile, compresovi l'ossigallico, o principio astringente: come pure suddivido i liquori salini composti, secondo che sono soluzioni di sali neutri, terrei, e più particolarmente metallici.

§ XXXIV. Allorchè si è potuto determinare in qual ordine tutti questi generi e specie di liquori stanno, ossia qual posto tiene ciascuno riguardo alla virtù di cui si tratta rispetto al metallo *A*, quale rispetto al metallo *B* ec., si è condotto a indovinare presso a poco qual rango deve essere assegnato a un gran numero d'altri umori più eterogenei, sia minerali, sia vegetabili, od animali, che partecipano a molti di tai generi e specie, e secondo che vi partecipano.

§ XXXV. In generale l'ordine, che è osservato per la maggior parte dei metalli, è questo: 1° l'acqua pura: 2° l'acqua mescolata con argilla, o creta, ossia una poltiglia semifluida di queste terre, la quale comincia già ad avere un'azione abbastanza diversa dall'acqua semplice, per produrre, facendo l'esperienza coi due bicchieri nel modo qui sopra descritto (§ 23, fig. 19) e un arco di stagno o di zinco, delle convulsioni in una rana compitamente preparata e sommamente eccitabile: 3° una dissoluzione di zucchero: 4° l'alcool, e gli eteri: 5° il latte: 6° gli umori mucillaginosi: 7° i glutinosi animali: 8° diversi vini: 9° l'aceto e altri sughi vegetabili: 10° la scialiva: 11° il muco delle

Digitized by Google

narici: 12° il sangue: 13° l'orina: 14° l'acqua salata ben carica: 15° le soluzioni di sapone: 16° gli acidi minerali: 17° il latte di calce: 18° una forte lisciva: 19° una soluzione satura di potassa, e altri liquori alcalini concentrati: 20° il solfuro di potassa, ed altri solfuri, o fegati di solfo.

§ XXXVI. Ma, torno a dire, quest'ordine non si osserva sempre tale per tutti i metalli: esso varia considerabilmente, soprattutto rispetto ai solfuri, ai liquori alcalini, e agli ossinitrico o ossinitroso, e ossimuriatico.

§ XXXVII. Quanto ai metalli, che frapposti a questi differenti liquori trovansi più o meno disposti, ossia producono in un grado maggiore o minore l'effetto elettrico, di cui si tratta, ho trovato che in generale lo stagno prevale a tutti, fin anche al zinco, e che l'argento è inferiore a tutti, eccetto però che l'uno dei liquori, fra i quali la lamina od arco d'argento trovasi interposto, essendo acqua, od un conduttore acquoso qualunque, l'altro sia un solfuro; poichè in tal caso l'argento è di molto superiore allo zinco, e allo stagno medesimo. Così pure il ferro fa molto più d'ogni altro metallo, se toccando con un capo dell'acqua semplice, o un conduttore imbevuto d'umore acqueo, tocca coll'altro capo dell'ossinitroso, fosse anche una sol goccia: l'effetto cagionato in questi due casi, cioè con un arco tutto d'argento, di cui un capo sia intonacato di fegato di solfo, o con un arco di ferro bagnato in una delle estremità di ossinitrico, sia anche una sol goccia, è sorprendente, superando, come ho già fatto osservare (§ 23, 24), l'effetto che si produce alla maniera ordinaria, col mezzo cioè di un arco metallico doppio, e sì anche formato dei metalli quanto più diversi tanto più potenti, quali sono sopra tutti l'argento e il zinco, qual arco si applichi a conduttori della seconda classe della medesima specie, o poco diversi fra loro, cioè più o meno acquosi. L'effetto è ancora molto forte, capace di produrre delle convulsioni in una rana preparata soltanto a metà, e neppure sventrata, allorchè uno dei due conduttori umidi è una soluzione alcalina satura, l'altro acqua pura o quasi pura, e che il solo e semplice metallo interposto, che fa officio d'arco, è zinco, o meglio stagno. Cogli altri metalli, e cogli altri liquori è raro di potere eccitare le convulsioni nella rana se ella non è compitamente preparata, cioè in guisa che le gambe tengano al tronco per i soli nervi ischiatici, o almeno almeno sventrata.

§ XXXVIII. Comprenderete tosto, che se l'arco di un sol metallo venga a toccare sì coll'uno che coll'altro capo la medesima acqua salata, il medesimo acido, il medesimo liquor alcalino, ec.; la corrente elettrica non potrà aver luogo, più che se il medesimo arco toccasse da una parte e dall'altra a dell'acqua semplice. Vi hanno in questo caso due azioni opposte che si contrabilanciano. Affine però che risulti da tal opposizione un equilibrio esatto è d'uopo, che il liquore applicato ai due capi dell'arco metallico omogeneo sia perfettamente della medesima specie e della medesima forza. Ecco perchè si ricerca una scrupolosa attenzione, ed una certa destrezza per ben riuscire in questa sorte di

Digitized by Google

sperienze, che io ho sovente mostrate e in privato e in pubblico, a grande stupore degli spettatori, e che sarà facile anche a voi di ripetere, come l'ha già fatto il nostro comune amico HUMBOLDT. Egli ha succintamente riportato nella 2ª Lettera sopra citata (§ 21) alcune di queste sperienze le più rimarcabili e decisive, che io gli avea mostrate qui in Como non molto prima, e le quali passo a descrivervi un poco più ampiamente.

PROVA I.

§ XXXIX. Trovandosi la rana preparata compitamente, o solo a metà, e a bagno ne' due bicchieri d'acqua nella solita maniera; prendete un arco d'argento ben netto (è bene lavarne diligentemente le estremità nella stessa acqua de' bicchieri) e tuffate i due capi simultaneamente, od uno dopo l'altro nei due bicchieri: niuna commozione niun subsulto nei membri della rana.

PROVA II.

Ripetete l'esperienza dopo avere sporcata una delle estremità dell'arco con del bianco d'uovo, della colla liquida, della scialiva, del muco, del sangue, dell'aceto, del succo di qualche frutto, dell'acqua di sapone, della soluzione di potassa od altro liquore, o sostanza conduttrice notabilmente diversa dall'acqua pura: tuffate per il primo l'altro capo netto o bagnato di semplice acqua, nell'acqua d'uno de' bicchieri; e in seguito anche questo capo sporco, ossia intonacato di quella delle indicate sostanze, che vi è piaciuto di scegliere, intingetelo nell'acqua dell'altro bicchiere: voi otterrete infallibilmente forti convulsioni nella rana; e ciò molte volte di seguito ritirando dall'acqua detto capo sporco dell'arco, e portandovelo di nuovo a contatto; fino a che non vi resti più nulla, o quasi nulla di quel liquore o sostanza eterogenea attaccato al metallo, e questo non tocchi ormai più coi suoi due capi, tanto in un bicchiere quanto nell'altro, che dell'acqua pura o quasi pura.

PROVA III.

Stropicciate e sporcate della medesima sostanza eterogenea i due capi dell'arco, e intingeteli nel medesimo tempo nei due bicchieri d'acqua: niun moto, niuna convulsione nella rana.

Qualche volta veramente le otterrete in rane preparate di fresco ed estremamente eccitabili, se il liquido salino, o qualsisia la sostanza di cui sono

Digitized by Google

intrisi i due capi dell'arco, non è perfettamente la medesima; se questa trovasi indebolita o stemperata da una parte più che dall'altra, ec.

PROVA IV.

Lavate e nettate con tutta accuratezza uno dei due capi dell'arco, lasciando l'altro più o meno intriso, e sporco del liquore o sostanza eterogenea: le convulsioni nella rana non mancheranno di ricomparire all'atto di completare il circolo colla immersione d'ambi i capi di esso arco.

PROVA V.

Finalmente, detergeteli ambedue, ed asciugateli, oppure lavateli e rilavateli nella stessa acqua: niuna convulsione più coll'immersione loro ne' bicchieri come nella prima prova.

§ XL. Propongo per le prove di confronto or ora descritte i liquori o sostanze viscide piuttosto che le saline, perchè queste dissolvendosi troppo presto nell'acqua, succede qualche volta, che le convulsioni della rana, s'ella è compitamente preparata e molto eccitabile, abbian luogo, malgrado che siansi intrisi del medesimo liquor salino ambedue i capi dell'arco metallico; e ciò perchè tuffandoli un dopo l'altro (e ben si vede ch'egli è pressochè impossibile di farlo nello stesso istante) nei due bicchieri d'acqua, un capo dell'arco perde maggior porzione che l'altro del liquore o sostanza salina aderente, o almeno quella che ritiene trovasi più allungata d'acqua, indebolita od alterata, di modo che egli non è più propriamente il medesimo liquore, che riveste le due estremità dell'arco; e siam quindi nel caso dell'eccezione sovr'accennata nella prova III.

§ XLI. Propongo poi anche l'argento a preferenza degli altri metalli, come uno di quelli che sono meno soggetti ad essere attaccati e alterati dal contatto de' liquori salini. Lo Stagno, lo Zinco, il Piombo, il Rame, l'Ottone, e soprattutti il Ferro sono inoltre suscettibili di contrarre un'alterazione durevole, in guisa che degl'archi di questi metalli e specialmente di ferro, ritengono talvolta lungo tempo la facoltà di eccitare le convulsioni nelle rane di fresco preparate, e al sommo eccitabili, al primo immergere le due estremità di tali archi nei due bicchieri d'acqua, malgrado che si sia presa tutta la maggior cura di lavare e nettare quella parte del metallo, che tale o tal altro liquore salino avea attaccata. E già basta, come ben comprendete, un'alterazione superficiale. Altronde queste alterazioni del metallo si manifestano sovente all'occhio medesimo con qualche macchia gialla, rossigna, o scura, che difficilmente si può togliere.

Digitized by Google

§ XLII. Non parlo qui delle alterazioni più profonde e più durevoli, che si possono indurre sull'una o sull'altra estremità dell'arco metallico, singolarmente se di ferro, cambiandone la tempera: mezzo, col quale si può fare, ch'un tal arco semplice, cioè di un solo metallo, sia atto non solamente ad eccitare le contrazioni e subsulti nelle rane preparate di tutto punto, ed anche non finite di preparare; ma perfino le sensazioni di sapore sulla lingua, di chiarore nell'occhio, ec. quantunque non lo si faccia toccare coi suoi due capi perfettamente netti, che a dell'acqua pura. Queste sperienze, e molte altre analoghe han fatto il principale soggetto della prima delle mie Lettere all'Ab. Vassalli Professore di Fisica a Torino scritta nel mese di Dicembre del 1793, e pubblicate in seguito con altre nei Giornali del Prof. Brugnatelli.

§ XLIII. Ma se l'argento è meno soggetto ad essere attaccato dai liquori salini, ed altre sostanze (a riserva dei solfuri, che lo anneriscono al momento), meno suscettibile di contrarre delle alterazioni considerabili e permanenti, e quindi preferibile a molti altri metalli per ciò che meno può dar luogo a delle anomalie; lo stagno è molto preferibile all'argento, e proporzionatamente agli altri metalli, per la sua più grande attività, cioè a dire per la forza degli effetti ch'egli produce in virtù de' suoi contatti con quasi tutti i conduttori umidi come ho già fatto osservare (§ 37). L'esperienza descritta al principio di questa lettera, della tazza di stagno piena di un liquore alcalino, e impugnata dalle mani molli di acqua, tale sperienza, con cui si eccita la sensazione di un sapor acido sulla punta della lingua al primo intingerla in detto liquore, n'è una prova, giacchè invano ci aspetteremmo un così grand'effetto da una tazza di Piombo, di Ferro, di Rame, e meno poi d'Argento. Si otterrebbe ben anche da quest'ultima, si sentirebbe il sapor acido deciso e assai forte, se contenesse qualche solfuro in liquore, ma non contenendo de' liquori alcalini.

§ XLIV. Il fluido elettrico è dunque spinto comunemente colla più grande forza e attività allorchè il metallo interposto fra l'acqua, e un liquore alcalino od altro salato, è stagno (§ 37): esso è spinto ancora tanto validamente da eccitare sulla lingua la sensazione di sapor acido, allorchè il medesimo stagno si trova frapposto all'acqua e ad un liquore mucilaginoso per sè stesso insipido: come se si fa l'esperienza colla tazza piena d'una soluzione di gomma, di colla liquida, di chiara d'uovo, ec. Gli altri metalli producono bene anch'essi qualche effetto in simili circostanze; ma più debole, e l'argento meno di tutti (§ cit.).

§ XLV. È abbastanza conosciuta una somigliante sperienza, ch'io aveva immaginata e che mostrava a tutto il mondo, ha più di tre anni non già, con due liquori differenti e un sol metallo, come nelle sperienze or ora descritte; ma inversamente con due metalli diversi, e un sol liquore. Prendevasi una tazza di stagno, o meglio di zinco, sostenuta da un piede d'argento, e riempivasi d'acqua. Ciò fatto una persona della compagnia intingeva l'apice della lingua in quell'acqua, e la provava affatto insipida, fintantochè non toccava

Digitized by Google

punto il piede d'argento; ma tosto che veniva ad impugnarlo, e a misura che lo abbracciava e stringeva colle sue mani prima ben umettate, eccitavasi sulla lingua tuttora immersa un sapor acido deciso e assai forte.

§ XLVI. L'esperienza riusciva egualmente, a riserva che l'effetto era a proporzione più debole con una catena di due, tre, o più persone tenentisi per le mani immollate d'acqua, la prima delle quali stava con la punta della lingua immersa nell'acqua della tazza di zinco, e l'ultima veniva ad impugnare il piede d'argento.

§ XLVII. Or se queste sperienze del sapore prodotto sulla lingua intinta nell'acqua pura, in virtù dei combaciamenti di due metalli fra di loro, e di ciascuno di essi coll'acqua nel divisato circolo conduttore ossia per l'interposizione di uno o più conduttori acquei fra due metalli diversi; se, dico, queste sperienze sono sorprendenti, le altre dei sapori eccitati o cambiati per l'interposizione invece d'un solo ed unico metallo a due liquori diversi non lo sono già meno, e compajono altronde più nuove. Queste sperienze divengono poi maggiormente interessanti per ciò ch'elleno ci scoprono la ragione del sapore, che si gusta nell'acqua, e di quello più o meno esaltato od alterato di molti liquori, bevuti questi e quella in tazze di metallo, e specialmente di stagno, piuttosto che in tazze di vetro o di porcellana. Applicando il lembo esteriore della tazza metallica al labbro inferiore umido di scialiva, e prolungando la lingua fino a lambire l'acqua, il latte, la birra, il vino ec. contenuti nella tazza, o veramente inclinando questa, come si fa nel bere, si compie pure il circolo conduttore, in guisa, che il metallo trovasi interposto ed applicato a combaciamento a due umori notabilmente diversi, cioè la scialiva che bagna il labbro inferiore, e l'acqua od altra bevanda contenuta nella tazza. Or bene, tanto basta per dar luogo ad una corrente elettrica per la via di detto circolo; corrente più o meno forte, secondo che i due umori s'incontrano più differenti tra loro; corrente che non può a meno di eccitare alla sua maniera i nervi sensibili del gusto compresi in esso circolo ec.

§ XLVIII. Oltre le due maniere considerate fin qui di eccitare una corrente elettrica, cioè pel mezzo d'uno o più conduttori umidi, o di seconda classe, interposti tra due metalli o conduttori della prima, contigui e differenti fra loro; oppure inversamente per mezzo di un conduttore di questa prima classe frapposto a due della seconda pur differenti e contigui; delle quali due maniere vi ho espressi i tipi nelle fig. 1, 2; oltre queste due, vi ha una terza maniera d'incitare similmente il fluido elettrico, sebbene ciò siegua con molto minor forza, a segno che giunge appena a scuotere una rana compitamente preparata, e fornita ancora della maggior vitalità. Questa nuova maniera consiste a far entrare nel circolo pur anco *tre conduttori diversi*, quantunque tutti della seconda classe, tutti conduttori umidi, senza l'intervento cioè di alcuno della prima, di alcun metallo: ciò che si è creduto fare una forte obiezione e portare un gran colpo ai miei principj.

Digitized by Google

§ XLIX. La figura simbolica o tipo, che rappresenta corrispondentemente alle due prime questa terza maniera, è la fig. 20, che vuolsi confrontare colle fig. 1 e 2. Nelle sperienze prodotte con tanta aria di trionfo dai *Galvaniani*, e singolarmente dal Dr. Valli, in cui compiesi il circolo col solo corpo ossia membri preparati della rana (osservate la fig. 21 analoga alla fig. 20, ma in cui per maggiore chiarezza è in qualche modo delineato il corpo della rana preparata) è una parte della gamba, e propriamente l'estremità del muscolo gastrocnemio, cioè la sua parte tendinosa dura e lucente; *m* il tronco o i muscoli dorsali, sui quali oppur sopra i nervi ischiatici *n*, vuolsi ripiegando bellamente essa gamba, appoggiare detta sua parte tendinosa; *s* il sangue o l'umor viscido, saponaceo, salino, interposto al luogo di tal contatto.

§ L. Questa nuova maniera, in cui non entra alcun metallo, o conduttore di prima classe è stata da me ampiamente esaminata, estesa e spiegata nella terza e quarta Lettera all'Ab. Vassalli, scritte l'autunno e l'inverno scorsi [1], l'ultima delle quali non è stata ancora pubblicata, ch'io sappia nei Giornali, ma fu comunicata egualmente che l'antecedente all'Accademia delle Scienze di Torino. In queste lettere, siccome pure in altre scritte ad altri miei dotti corrispondenti, fo vedere: che non è già indifferente qualunque parte della gamba e qualunque parte del tronco della rana ben preparata si adducano al contatto; ma che facendosi questo in certi punti succedono le convulsioni, in altri no: che appunto succedono quando, come nella fig. 21, si fa toccare ai nervi ischiatici, od alle carni del tronco l'estremità del muscolo gastrocnemio ove già trasformasi in tendine, oppure l'istesso tendine prolungato; e non mai, o quasi mai, se si fa toccare ai medesimi la parte carnosa e molle dell'istesso muscolo gastrocnemio, o qualsisia parte della coscia: che inoltre è necessario, che trovinsi o l'una o l'altra delle parti che adduconsi al contatto imbrattate di sangue, o d'altro umore viscido o salino, abbastanza diverso dall'acqua: che perciò ora succedono, ora non succedono le convulsioni nelle rane, comechè preparate di tutto punto ed eccitabilissime: che quando non succedono per mancanza di tal'umore viscido o salino, per esser troppo nette, o lavate le parti; succedono poi dopo averle a bella posta sporcate di sangue o intrise di scialiva, di acqua salata, o meglio di un forte liquore alcalino.

§ LI. Per convincervi quanto sia necessaria questa interposizione di un umore abbastanza diverso dall'acqua tra la parte tendinosa della gamba, e la parte carnosa del tronco, o la molle dei nervi ischiatici, che si adducono al contatto, quanto, dico, sia necessario ad ottenere le convulsioni, che al luogo di tal contatto si frammezzi un tal'umore, vi basteranno le seguenti sperienze.

Avendo preparata appuntino e di fresco una rana, provate se ripiegando

---

[1] Vedi *Br. Ann.*, T. V, VI e seg.

Digitized by Google

una o l'altra gamba della medesima in modo di portare il già nominato tendine in contatto di qualche parte del tronco, o dei nervi crurali, si eccitino le solite convulsioni. Ciò non vi accadrà nè sempre, nè in tutte le rane, sovente però nelle più vivaci, ove rimaste siano dalla preparazione grondanti o imbrattate almeno di sangue. Quando dunque avete una rana così preparata e disposta che alla prova risponda, cioè vi dia le convulsioni, detergetela e lavatela ben bene in acqua pura; ciò fatto mettetela di nuovo alla prova, e non vi riuscirà più di ottenere le convulsioni. Visto questo, bagnate con una o poche goccie di muco, di acqua salata, di lisciva o meglio di potassa sciolta, o la parte del tendine, o quella del tronco, o dei nervi sopra di cui ha da farsi il contatto, e le convulsioni ricompariranno all'atto di tale toccamento, come prima, e meglio di prima, sebbene trovisi la rana ormai non poco stanca e debilitata.

Riesce egualmente l'esperienza, se invece di bagnare immediatamente le parti delicate della rana col liquor salino, capace di offenderle, massime se egli è un forte alcali, ne inzuppate un pezzetto di spugna, di carta bibula, di esca od altro simile, e postolo in comunicazione o immediata, o mediata per mezzo di un altro umido conduttore, col tronco della rana, adducete poi la gamba della medesima, cioè il solito tendine, al contatto di tale spugna od esca inzuppata di detto liquor salino.

§ LII. Con altre manipolazioni ancora riesce di eccitare le convulsioni nella rana impiegando solamente conduttori umidi o di seconda classe, e niuno della prima, niun metallo: come tenendo immerso il tronco della bestiuola nell'acqua d'un bicchiere o catino, e adducendo quindi al contatto di essa acqua una o l'altra gamba, e propriamente la parte tendinosa tante volte nominata, intrisa del liquor salino: oppure facendo che peschi col tronco in un bicchiere, e colle gambe in un altro, ambedue pieni d'acqua, e compiendo poi il circolo col tenere immerso un dito netto in un bicchiere, e intingere un altro dito sporco sulla punta di alcali od altro liquor salino, nell'altro bicchiere; o invece dei due diti facendo servire d'arco conduttore un pezzo di carne fresca, o un grosso tendine succoso di qualunque animale, una fetta di pomo o d'altro frutto, di polenta, di bianco d'uovo indurito, di cacio, ec., un'estremità del qual arco sia intrisa parimenti d'alcali ec.

Ma assai più di rado si ottengono i moti nella rana con queste preparazioni, che colle altre più semplici descritte ne' precedenti §§; le quali neppur esse, torniamolo a dire, producono sempre l'aspettato effetto; e quando pure il producono, egli non è che in un grado debolissimo a paragone di quello che si produce, ove nel circolo conduttore entrino o due metalli assai diversi, od un solo ma frapposto a conduttori umidi molto diversi. Infatti abbiam veduto, che sì coll'una che coll'altra di queste due maniere si giunge a scuotere fino una rana non finita di preparare, e neppure sventrata; laddove con soli conduttori umidi, o di seconda classe, siano quanto si voglia diversi, appena si riesce e

Digitized by Google

non sempre (come ho fatto riflettere e qui (§ 48), e più di proposito nelle citate Lettere al Vassalli) colle rane preparate di tutto punto e di fresco, che siano cioè al sommo grado eccitabili.

§ LIII. Intanto le condizioni richieste anche in queste sperienze coi soli conduttori umidi o di seconda classe, perchè il fluido elettrico sia messo in una corrente valevole a produrre in qualche modo le convulsioni nella rana, sono sempre, che ne entrino nel circolo *tre* o più ben *diversi* tra loro. Ben lungi dunque che si contrastino, e tendano a rovesciare le mie idee e i miei principj, come si è voluto da taluni far credere, servono anzi mirabilmente d'appoggio ai medesimi, venendo ad estendere e generalizzare il principio da me stabilito, che i conduttori divengano *motori* nei combaciamenti eterogenei, vale a dire di due differenti tra loro; ed a confermare la bella legge, che ne siegue, cioè che fa mestieri ne entrino nel circolo almeno *tre differenti*, perchè si determini una corrente elettrica, ec.

§ LIV. Ecco in che consiste tutto il secreto, tutta la magìa del *Galvanismo*. Ella è semplicemente un'elettricità artificiale, che vi giuoca mossa dai contatti di conduttori diversi. Sono questi che propriamente agiscono i veri originarj *motori*: nè tal virtù compete ai soli metalli, o conduttori di prima classe, come avrebbe forse potuto credersi, ma a tutti generalmente, più o meno, secondo la varia lor natura e bontà, e però in qualche grado anche ai conduttori umidi o di seconda classe. Attenetevi a questi principj e voi spiegherete chiaramente tutte le sperienze fatte fin qui; senza dover ricorrere ad alcun altro principio immaginario d'una elettricità animale propria e attiva degli organi, voi ne inventerete anzi delle nuove, e ne predirete il successo, come ho fatt'io, e continuo a fare tutti i giorni: abbandonate questi principj o perdeteli di vista, e non troverete più in questo sì vasto campo di sperimenti, che incertezze, contraddizioni, anomalìe senza fine, e tutto vi diverrà un enigma inesplicabile.

Digitized by Google

Digitized by Google

XVIII (B).

LETTERA II.ª

IN CONTINUAZIONE DELLA PRECEDENTE

DEL CITT. A. VOLTA

PROFESSORE DI FISICA NELL'UNIVERSITÀ DI PAVIA ECC.

AL PROF. GREN.

Agosto 1796.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
Gren, N. Journ., T. IV (1797), fasc. I, pg. 107. **Br. Ann., T. XIV** (1797), pg. 3. Ann. de Ch., T. 23 (1797), pg. 278 (traduz. franc. dal ted.). Ant. Coll., T. II, P. II, pg. 41.	Cart. Volt.: J 44; L 11.

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da Br, Ann.
DATA: del V., scritta in J 44.

J 44, Frammento di minuta scritto in italiano contenente i primi 4 paragrafi e parte del 5°.

L 11 A, Minuta completa della lettera identica al testo pubblicato in Br. Ann.

Digitized by Google

Digitized by Google

LETTERA SECONDA.

Agosto, 1796.

Dopo avervi dato, mio caro Professore, un'idea delle tre maniere, con cui si vengono ad eccitare, in virtù de' semplici combaciamenti di Conduttori dissimili, tanto le contrazioni spasmodiche ne' muscoli, specialmente volontarj (*a*), sottoposti alle prove del così detto *Galvanismo*, quanto le sensazioni di sapore, or ossico (acido) or alcalino, sulla lingua, d'istantaneo chiarore nell'occhio, di bruciore nelle piaghe, ed in certe parti dotate di una squisita sensibilità (quali sono gli orli delle palpebre, massime verso l'angolo interno, e la glandola lacrimale); tutti i quali fenomeni, con altri molti, sono scoperte da me aggiunte a quelle di GALVANI: dopo, dico, avervi dato un'idea sufficiente delle tre maniere atte ad incitare, e mettere in corso il fluido elettrico, onde quelle convulsioni e sensazioni; le quali tre maniere o combinazioni si riducono poi tutte a fare entrare nel circolo *tre* almeno *conduttori diversi*; cioè la 1ª *due metalli, o conduttori di prima classe di differente specie*, che toccandosi immediatamente da una parte comunichino dall'altra per mezzo d'uno o più *conduttori umidi*, ossia di *seconda classe*; la 2ª *un solo metallo* frapposto *a due conduttori umidi* tra loro *diversi*, e comunicanti; la 3ª finalmente *tre conduttori umidi*, ossia *della seconda classe*, ma tutti tre *diversi*: dopo essermi esteso in particolar modo sulla 2ª e 3ª maniera (*b*), perchè meno conosciute, ritorno

(*a*) Ho mostrato altrove, che se i muscoli volontarj, i muscoli flessori ed estensori degli arti soffrono di leggieri violenti contrazioni, non solo ove lo stimolo elettrico procedente o dai contatti metallici o da altra qualsiasi cagione di elettricità artificialmente mossa agisca su di essi immediatamente, ma ben anche, e forse meglio, ove agisca sui nervi che vanno ad impiantarsi in essi muscoli, e sono veri nervi del moto; i muscoli non volontarj all'incontro, come quegli degli intestini, il cuore, ec., più difficilmente e poco si risentono al medesimo stimolo elettrico portato pure immediatamente sopra di essi, e niente poi ove ai soli loro nervi venga applicato.

(*b*) Riguardo a quest'ultima maniera molto ampiamente ne ho discorso nelle lettere 3ª e 4ª all'Ab. Vassalli sopra citate.

Digitized by Google

volentieri alla 1ª più comune ed usitata dei metalli diversi; intorno alla quale, oltre a quanto ho già esposto sì nel presente, che in varj altri scritti degli anni passati, ho di che trattenervi ancora con osservazioni e sperienze nuove fatte da me in questi ultimi mesi, che mi hanno condotto molto avanti, e che vi piacerà forse di pubblicare nel vostro ricchissimo, e applauditissimo Giornale.

§ LV. Ritenuto come cosa, di cui non può in alcun modo dubitarsi, che nella combinazione di due metalli diversi, i quali con un capo si toccano immediatamente, e coll'altro applicansi ad un conduttore umido ad essi frapposto, si eccita, in virtù di tali combaciamenti, una corrente elettrica, e questa (prendendo per esempio la fig. 1) [1] nella direzione supponiamo *A Z a* (*a*), può domandarsi in quale, e per quale dei tre combaciamenti, che ivi han luogo, venga dato l'impulso al fluido elettrico, che lo determina a tal corrente. È egli nel mutuo contatto dei due metalli *A Z*, e quivi solo, che sorge l'azione incitante esso fluido, che lo sollecita cioè a passare dal primo al secondo? Oppure gli vien dato impulso unicamente, o principalmente ne' rispettivi combaciamenti del conduttore umido *a* col metallo *A* da una parte e col metallo *Z* dall'altra; e determinata vien quindi la corrente perciò, che tali impulsi sieno o cospiranti nell'indicata direzione, ovvero anche opposti l'uno all'altro, ma diseguali in forza? Può concepirsi infatti, che *Z* abbia potere di cacciare il fluido elettrico nel conduttore umido *a*, cui sta applicato; ed *A* potere di tirarlo a sè dal medesimo; e può concepirsi egualmente, anzi con maggiore verosimiglianza, che ambedue i metalli spingano esso fluido in detto conduttore *a* (o qualsisia altro di 2ª classe), che combaciano, e siano così le due azioni, in opposizione; ma che una superi l'altra, quella cioè che muove e incalza il fluido elettrico da *Z* in *a* prevalga all'altra, che lo spinge da *A* in *a*.

§ LVI. Non voglio dissimulare, che in passato io inclinava molto a quest'ultima supposizione, a riporre cioè l'azion movente il fluido elettrico, anzichè

---

[1] *Veggasi la Tavola a pag. 398 di questo Volume.*

(*a*) Tale infatti è la direzione della corrente, se *A* è argento, *Z* stagno o zinco, conforme io già l'avea supposto, anzi scoperto, col confrontare varie di tali sperienze, specialmente riguardo al sapore ossico (acido) od alcalino eccitato sulla lingua, con altre fatte colla macchina elettrica, come ho avanzato fin ne' primi miei scritti su questa materia.

Così poi anche scopersi, e determinai in qual ordine stiano molti metalli, semi-metalli, piriti, ec. tra loro, rispetto alla virtù *di dare o ricevere* il fluido elettrico; e in alcuni di tali scritti, particolarmente nella 3ª Lettera all'Ab. Vassalli, ne presentai una tavola o scala, a cui ho fatto in appresso delle aggiunte, e qualche picciola mutazione. Questa mia tavola non molto diversa da quella pubblicata dal Dr. Pfaff (Vegg. la sua Diss. *De Electricitate animali*, Stuttg. 1793, e l'altra in Tedesco *Abhandlung über die sogenannte thierische Elektrizität; Beitrag* ec. nel Giornale di Fisica di Gren, Tom. VIII) pone in cima il zinco, circa nel mezzo il piombo e lo stagno, verso il fine l'argento, e in ultimo la piombaggine, il carbone, e il rame piritoso. Pfaff dà l'ultimo luogo al manganese.

Digitized by Google

nel mutuo contatto de' due metalli diversi, nel combaciamento di ciascun d'essi co' conduttori umidi, o di 2ª classe. E in vero non si può negare, che una qualche azione non abbia luogo in codesti combaciamenti de' metalli co' conduttori umidi; azione or più, or meno forte: come dimostrano tutte le sperienze le quali ho riferite negli antecedenti paragrafi, in cui coll'arco di un semplice ed unico metallo fatto toccare da una parte a dell'acqua, o simile conduttore acqueo, e dall'altra ad un liquore mucilagginoso, salino, ec. si eccitano forti convulsioni nella rana, ec. Con tutto ciò alcuni nuovi fatti, che ho scoperti non ha molto, mi hanno convinto, che nella maniera ordinaria di fare le sperienze del Galvanismo, cioè con due metalli abbastanza diversi, applicati a dei conduttori puramente acquosi, o da questi non gran fatto diversi, molto più al contatto mutuo di essi metalli vuole attribuirsi, che ai combaciamenti rispettivi co' detti conduttori umidi. Avvegnachè pertanto sia fuor di dubbio, ed esperienze dirette lo provino, come di già si è detto, che una qualche azione si esercita in ciascuno dei contatti di questo e di quel metallo coi conduttori acquosi; egli è dimostrato da molte altre sperienze ancor più chiare e parlanti, di cui verrò tra poco trattenendovi, che un'azione molto più considerabile si spiega ivi appunto, ove i due metalli diversi si toccano immediatamente.

§ LVII. Egli nasce dunque nel contatto mutuo dell'argento per es. collo stagno una forza, un niso, per cui il primo *dà* del fluido elettrico, il secondo lo *riceve*, l'argento tende a versarne, e ne versa nello stagno, ec. (*a*). Questa forza o tendenza produce, se il circolo è altronde compito per mezzo di conduttori umidi, una corrente, un giro continuo di esso fluido, che va, giusta la direzione sopraindicata (§ prec. e nota ivi), dall'argento allo stagno, e da questo per la via del conduttore o conduttori umidi ritorna all'argento per ripassare nello stagno ec. (*b*): se il circolo non è compito, se i metalli trovansi isolati, un'accu-

---

(*a*) Nella accennata tavola (nota prec.) son posti i metalli ec. in tal ordine, che gl'inferiori danno ai superiori: e tanto più, ossia con tanto maggior forza, quanti più gradi di distanza vi si scorgono.

(*b*) Conformi intieramente a ciò sono i seguenti versi di un mio collega e amico (a cui io avea mostrate e spiegate le allora novissime sperienze del *Galvanismo*) in un elegantissimo suo Poemetto, nel quale scorrendo e dipingendo coi più veri lumi della Filosofia, non meno che della Poesia, le ricche collezioni in ogni parte delle Scienze Naturali, che offre questa nostra Università di Pavia, assieme a molte altre vaghissime descrizioni ci dà un saggio anche di dette sperienze elettrico-animali. Chiude egli dunque così la bella e vivace pittura che ne fa:

« E quindi in preda a lo stupor ti parve
« Chiaro veder quella virtù, che cieca
« Passa per interposti umidi tratti
« Dal vile stagno al ricco argento, e torna
« Da questo a quello con perenne giro ».

(MASCHERONI. Invito a Lesbia. Milano, 1793).

Digitized by Google

mulazione di detto fluido elettrico nello stagno a spese dell'argento; un'*elettricità* cioè positiva, ossia *in più* nel primo, ed una negativa, ossia *in meno* nel secondo: elettricità picciola è vero, e al di sotto di quel grado che richiederebbesi per darne segno ai comuni elettrometri; ma che pure sono giunto finalmente a rendere, più che non avrei sperato, sensibile, e fino ad ottenerne scintille, coll'ajuto del mio *Condensatore di elettricità*, e meglio col *duplicatore* a molinello di NICHOLSON (*a*) fondato sopra gli stessi principj del Condensatore; istrumento al sommo ingegnoso, che voi, amico, conoscete molto bene, e che avete anche descritto nel vostro primo Giornale di Fisica, Tomo II.

§ LVIII. Non mi tratterrò pertanto nè intorno alla costruzione di questa eccellente macchinetta, nè sulle attenzioni richieste, acciò le sperienze con essa riescano a dovere, andando facilmente soggette ad errori ed anomalie. Nemmeno vi parlerò a lungo di varie altre cose, che mi ha scoperte tale prezioso stromento in pochi mesi, che è tralle mie mani, cioè dalla Primavera passata, in cui ho potuto procacciarmelo (*b*). Vi accennerò per ora soltanto, che ottengo con esso segni di *elettricità negativa* da una verga o lastra di metallo, da un bastone o riga di legno, di cartone, ec. isolati a dovere, ed esposti per breve d'ora al Sole, o al fuoco, o collocati semplicemente in luogo caldo, tantochè perdano per evaporazione parte dell'umido aderente. Che segni ancora più chiari, e più pronti dell'istessa *elettricità negativa* mi danno codesti pezzi di metallo, di legno, ec. qualora appesi ad un cordone di seta li aggiro velocemente nell'aria a modo di fiomba per due o tre minuti: sia che l'elettricità in quest'ultimo modo provenga similmente da una più grande, o più celere evaporazione, oppur anco si ecciti dallo strofinamento dell'aria stessa contro tali corpi; giacchè riesce assai bene la prova anche avendoli previamente asciugati. Che all'opposto ottengo segni di *elettricità positiva* dai medesimi metalli, legni, cartone, ec. isolati, col lasciarli esposti qualche tempo in luogo più freddo, od umido, tantochè abbiano a caricarsi di nuovi vapori.

Le quali sperienze voi vedete quanto sieno interessanti, e come bene comprovino, e pongano nel miglior lume la mia teoria altrove esposta dell'elettricità naturale atmosferica originata dalla formazione, e innalzamento de' vapori da' corpi terrestri, e susseguente condensazione de' medesimi negli strati d'aria più freddi. Infatti che può desiderarsi di più, ora che senza ricorrere ad una vaporizzazione forzata ottengo facilmente segni di *elettricità negativa* eziandio colla sola blanda *e naturale evaporazione*, e ne ottengo pur anco di *elettricità positiva*

(*a*) Veggasene l'originaria descrizione nelle *Transazioni Filosofiche* di Londra per l'anno 1788. Vol. 78.

(*b*) Lo ha costrutto sotto la mia direzione il valente Macchinista e Custode del Gabinetto di Fisica nell'Università di Pavia Ab. Giuseppe Re.

Digitized by Google

prodotta dalla sola lenta *e naturale condensazione de' vapori* in qualsisia luogo anche chiuso?

§ LIX. Venendo dunque al nostro soggetto, in quella maniera, che col giuoco del *duplicatore* porto la debolissima elettricità della verga o lastra di metallo, della riga di legno o di cartone, o d'altro conduttore isolato, che ha fatto perdita od acquisto di vapori, che se ne è lasciato spogliare, o ne ha raccolti sopra di sè, elettricità negativa ossia *in meno* nel primo caso, e positiva ossia *in più* nel secondo, porto, dico, tali elettricità affatto deboli al grado di darne segni distintissimi all'elettrometro, e fino la scintilla; nell'istessa maniera, e colla medesima facilità rendo pure sensibile la egualmente, o più ancora debole elettricità indotta in un metallo isolato dal semplice contatto del medesimo con altro metallo di diversa specie, isolato, o non isolato. Addurrovvi quì alcune solamente delle moltissime prove, che ho fatte, le quali basteranno a rendere la cosa evidente, serviranno come di norma per tutte le altre sperienze di tal genere.

Sperienza I.

§ LX. Dopo aver lasciato alcune ore, e se occorre uno, o più giorni, in riposo il duplicatore, e i suoi tre dischi o piattelli di ottone comunicanti insieme e col suolo, tantochè possa credersi svanito ogni residuo di quella qualunque elettricità, che vi si fece giuocare nelle prove antecedenti (*a*), tolgansi le comunicazioni, onde restino, sì il disco mobile, che gli altri due fissi separatamente isolati. Così disposta la macchinetta ad esser messa in azione, si applichi a quello mobile, o ad uno di questi dischi fissi di ottone una lamina d'argento a immediato contatto per quel tempo che si vuole, indi ritiratala si cominci a far girare il disco mobile: a capo di 20, 30, 40 giri, secondo che

---

(*a*) È difficilissimo, per non dire impossibile, di ridurre codesto duplicatore a tale stato di perfetto spogliamento di elettricità, che non vi abbia il minimo eccesso o il minimo difetto di fluido nel disco mobile, rispettivamente ai due fissi, cui a vicenda si affaccia girando; e d'altronde un minimo, che non giunga per avventura ad un centesimo, ad un millesimo di grado, basta a far sì, che a capo di 20, 30, 40, o più giri della macchinetta dia segni quella elettricità in tal guisa moltiplicata di 2, 4 e più gradi.

La difficoltà del resto non è tanto di spogliare i dischi metallici della loro elettricità residua, quanto di portar via quella trascorsa oltre i limiti degl'isolamenti, e che rimane tenacemente affissa alle superficie coibenti dei bastoncini di vetro nudo, od intonacati di ceralacca, portanti i detti dischi. E quando pure con lungo spazio di tempo, e co' convenienti toccamenti si sia tolto affatto ogni residuo di elettricità anche da codeste superficie isolanti; succede tuttavia, che si ottengano dei segni con un maggior numero di giri, per es. 60, 80, ec.: e ciò per quella elettricità, che il disco girante raccoglie dall'ambiente, o

Digitized by Google

il contatto sarà stato più o men ampio (e secondo che troverassi la macchinetta in miglior ordine, e l'ambiente più secco), compariranno già i segni dell'*elettricità positiva* acquistata dal *disco* mobile, se desso fu toccato dall'argento, e di *elettricità negativa* occasionata indi in ambedue i dischi fissi; e viceversa se venne toccato uno di questi e non quello: compariranno, dico, i segni delle rispettive elettricità negli elettrometri sensibilissimi a fogliette d'oro, ed anche in quelli non tanto delicati a pagliette, a cui comunichino separatamente detti dischi; e andran via via crescendo col continuare i giri, ec.

SPERIENZA II.

§ LXI. Invece di toccare il disco d'ottone colla lamina d'argento, si tocchi con una di stagno; e il disco toccato manifesterà, mercè il solito giuoco, *elettricità negativa* (e in conseguenza *positiva* l'antagonista); e sì con minor numero di giri.

Lo stesso, e assai più presto ancora, se detto disco d'*ottone* venga toccato con lamina di *zinco*.

§ LXII. Dal che si vede, che se l'*argento* dà del fluido elettrico all'*ottone* (di cui sono i dischi della macchinetta), lo *stagno* all'incontro e il *zinco* ne ricevono dall'*ottone* medesimo, ossia questo dà a quelli, e in maggior quantità, massime al zinco, in ragione appunto dell'ordine e distanza, in cui si trovano tali metalli nella tavola o scala da me costrutta, e già sopra accennata (§ LV, nota).

SPERIENZA III.

§ LXIII. Abbiansi delle lastre o piattelli di diversi metalli d'argento, d'ottone, di ferro, di piombo, di stagno, di zinco, ec. del diametro di 3 pollici circa. Non è di gran vantaggio che sieno più grandi; ma sarebbe troppo svantaggioso se fossero molto più piccioli. Questi piattelli debbono potersi montare sopra piedi o colonnette isolanti. Si applichi dunque il piattello isolato

---

che vi si eccita novellamente dall'evaporazione che lo prosciughi, o dalla condensazione de' vapori che lo umetti, od anche dallo strofinamento contro l'aria (§ LVIII). Insomma non è mai che con un numero più o men grande di giri non si ottengano dal duplicatore segni manifesti di elettricità.

Non ostante però questo, si possono benissimo scoprire, e valutare le elettricità dei corpi, che gli si fanno toccare, o che i suoi dischi contraggono per tali toccamenti, ogni qual volta codeste elettricità siano, come nelle sperienze di cui ora si tratta, meno deboli di quelle altre, dirò così, accidentali, e compajano sensibili con un molto minor numero di giri.

Digitized by Google

d'argento al più congruo contatto in piano del piattello di stagno parimenti isolato, e ciò per pochi momenti, anche solo per un istante; sortiranno da quel breve contatto l'*argento* elettrizzato *in meno*, lo *stagno in più*: le quali elettricità se non compariranno sensibili a dirittura (*a*), lo diverranno facilmente col giuoco del duplicatore, a cui si facciano per pochi istanti toccare od ambedue i detti piattelli (il che è più vantaggioso), uno cioè al disco mobile di esso duplicatore, l'altro ad alcuno dei dischi fissi; oppure l'argento solo, o lo stagno solo a quello o a questi, il che pur basta: diverranno, dico, sensibili l'*elettricità positiva* del piattello di *stagno* e la *negativa* del piattello d'*argento* con pochi giri del duplicatore, sensibili abbastanza per farne dar segni, non che all'elettrometro delicatissimo di BENNET, ad altri pure meno delicati.

SPERIENZA IV.

§ LXIV. Tengasi isolato uno solamente dei piattelli, e si adduca al contatto in piano dell'altro piattello non isolato: l'elettricità di quel solo [1], *negativa* se è l'*argento positiva* se è lo *stagno*, riuscirà considerabilmente maggiore; come apparirà dal rendersi più presto sensibile nel duplicatore, cui venga comunicata.

SPERIENZA V.

§ LXV. Nell'istessa maniera che si comporta l'*argento* collo *stagno*, si comporta presso a poco lo *stagno* col *zinco*, conforme al rango che essi tengono nella tavola dei conduttori metallici, o di prima classe, più volte citata; onde adoperando questi due ultimi piattelli si hanno effetti analoghi a quelli delle sperienze precedenti coi due primi, cioè segni *di elettricità positiva nello zinco, di negativa nello stagno*, ec.

SPERIENZA VI.

§ LXVI. In conformità della stessa tavola o scala, e corrispondentemente alle sperienze concernenti il *Galvanismo*, ossia l'eccitamento delle contrazioni spasmodiche, delle sensazioni di sapore, ec. il più grande effetto si ha nelle

---

(*a*) Vedremo in appresso, che possono benissimo nelle favorevoli circostanze tali elettricità dei piattelli comparire a dirittura sensibili ai delicati elettrometri, senza ricorrere cioè all'ajuto del duplicatore.

[1] *In Ant. Coll. leggesi* primo *invece di* solo.

Digitized by Google

sperienze di cui ora si tratta, facendo seguire un congruo combaciamento del piattello d'argento con quello di zinco, che sono dei più diversi, ossia lontani in tale scala; e l'elettricità già quasi sensibile senza l'ajuto del duplicatore (*a*), la quale poi compare manifestissima con pochi giri, che si faccian fare al medesimo, è qui pure *positiva nello zinco, e negativa nell'argento.*

SPERIENZA VII.

§ LXVII. Con codesti piattelli d'argento e di zinco combaciatisi a dovere io giungo facilmente a distruggere, e ad invertere ben anco quel qualunque residuo di elettricità, che rimane aderente al duplicatore, e di cui sì difficilmente si spoglia (*b*). Sia egli stato messo poco prima in azione, e l'elettricità, che vi ha giuocato, positiva es. gr. nel disco mobile, negativa ne' dischi fissi, sia pure salita a molti gradi, e una parte debordando da essi dischi siasi impressa e rimanga tuttavia aderente alla faccia dei rispettivi isolatori; se con qualche toccamento fatto coi diti, o altrimenti, o col riposo di pochi minuti, io riduco i dischi a non dar più segni immediatamente all'elettrometro, quantunque poi ne darebbero con quattro, cinque, o pochi più giri, potrò a mia posta scancellare tale residua elettricità, anzi pure inverterla, cioè far sorgere la negativa nel disco mobile, che riteneva ancora un poco di positiva, e la positiva ne' dischi fissi, che ne ritenevano di negativa, potrò, dico, operar questa inversione mercè il toccare quel disco mobile col piattello d'argento, o questi altri dischi fissi col piattello di zinco, elettrizzati tali piattelli dal semplice mutuo combaciamento, o meglio mediante ambedue questi toccamenti, e col mettere indi in giuoco la macchinetta, e farle fare un discreto numero di giri.

SPERIENZA VIII.

§ LXVIII. Che se scelgo piattelli di metalli non molto diversi, voglio dire distanti sol pochi gradi nella mentovata scala, come argento e ottone, ottone e ferro, ferro e piombo o stagno, non mi riesce di rendere sensibile la rispettiva elettricità eccitatavi dal mutuo contatto, se il duplicatore non è stato spogliato con acconci toccamenti, e lungo riposo di ore, dell'antica elettricità; ed anche allora vi vogliono molti giri, cioè 20, 40 o più.

(*a*) Vedi la nota precedente.
(*b*) Vedi la nota al §. LX.

Digitized by Google

Sperienza IX.

§ LXIX. Ma anche coi piattelli d'argento e di zinco non si ottiene gran cosa, o certo non tanto quanto promette la Sper. VII; se il contatto mutuo di questi non si fa in tutta o gran parte delle loro piane superficie, ma in piccola parte soltanto, o peggio ancora in costa. Non si speri allora di poter invertere l'elettricità ancora attaccata al duplicatore dopo breve riposo, la quale anzi prevarrà alla nuova, che vi posson portare tali piattelli. Ed anche quando dopo ore molte di riposo si potrà credere svanito ogni residuo di antica elettricità nel duplicatore, non si aspetti di vedervi portata a un grado sensibile cotesta nuova dei piattelli, se non con molti giri di essa macchinetta, cioè 30, 40, o più ancora.

Sperienza X.

§ LXX. Non si ottiene neppur molto, ancorchè si applichi un piattello all'altro con tutta la faccia piana, se le superficie sono notabilmente scabre, ed ineguali. Se all'incontro sono lisce ed egualissime, e (ciò che importa ancora assai) terse e polite, l'effetto che se ne ha supera l'aspettazione. Basta il dire, che l'elettricità che contraggono allora i piattelli da una tale combaciamento può rendersi sensibile anche senza l'aiuto del *duplicatore*, con quello cioè del semplice *condensatore* (*a*), come verrò mostrando un'altra volta.

§ LXXI. Vedesi da tutto ciò, che quanto è più largo il contatto de' due metalli diversi, e si fa in maggior numero di punti, tanto maggiore è la quantità di fluido elettrico, che si accumula in uno a spese dell'altro. Ho io però pensato, che a codesta più facile e più copiosa accumulazione di detto fluido nello stagno per es., e corrispondente diminuzione nell'argento potesse contribuire, non tanto il maggior numero di punti di contatto, od il contatto de' medesimi come tale, quanto l'ampiezza e prossimità delle superficie affacciate; mercè di cui bilanciandosi le opposte elettricità, ossia vicendevolmente sostenendosi (per la nota azione delle atmosfere elettriche), maggior copia di fluido può acquistarsi dall'uno dei piattelli, e perdersi dall'altro, prima che la *tensione elettrica* giunga al segno di non poter più essere ritenuta dalla *piccolissima coibenza de' metalli.*

Supponiamo (e tal supposizione potrò forse mostrare che non va molto

(*a*) Ed anche senza di questo, manifestasi immediatamente ad un elettrometro abbastanza delicato, come già si è accennato (nota al §. LXIII).

Digitized by Google

lontana dal giusto) che tal coibenza dei metalli, i quali altronde sono, come è troppo noto, assai più conduttori che coibenti, arrivi a $^1/_{200}$ di grado dell'elettrometro a paglie sottili (*a*) potranno l'argento ed il zinco nel mutuo loro contatto (il quale ha forza di spingere il fluido elettrico dal primo nel secondo) sostenere, essendo isolati, tanto di perdita l'uno e di acquisto l'altro, quanto vi vuole a portarvi l'elettricità di eccesso e di difetto rispettivamente a $^1/_{200}$ di grado, e non più. Ora per questo 200.^{mo} di grado si richiede ben maggiore copia di fluido elettrico, ove trovinsi affacciati largamente, e assai da vicino i due corpi aventi contrarie elettricità, le quali per tal modo si bilanciano, e si sostengono reciprocamente, come appunto nel nostro caso; che ove tale affacciamento non abbia luogo, o sia piccolo, o men perfetto. Così dunque avviene, che molto maggior copia di fluido elettrico si perda dall'argento, e acquistisi dallo zinco in tal modo affacciati, che se si toccassero altrimenti ad angolo, e con affacciarsi piccola superficie; e che quindi poi staccati presentino un'elettricità non già più di $^1/_{200}$ di grado, ma di $^1/_4$ di $^1/_2$: e chi sa, se non si potrà giungere ad ottenerla anche di 1 grado intiero, o più? (*b*).

§ LXXII. Insomma ho pensato, che dovessero quì applicarsi singolarmente i *principj del condensatore* (su i quali non mi tratterrò davantaggio essendo a voi noti abbastanza); e che per questo massimamente riuscisse cotanto vantaggioso un combaciamento ampio ed esatto dei piattelli metallici per le loro faccie lisce e piane al possibile: cioè per la prossimità di esse faccie, piuttosto che per i moltiplicati punti di contatto. Ho, dico, così pensato fin sulle prime; e per verificare un tal pensamento ho indi immaginate le seguenti prove.

SPERIENZA XI.

§ LXXIII. Ho un piattello d'argento ben tirato, con tre piccioli fori che lo attraversano da banda a banda, equidistanti tra loro a forma di un triangolo

---

(*a*) Propriamente e per sè stessa non arriva a tanto, anzi neppure a $^1/_{1000}$, o ad $^1/_{2000}$ di grado la *coibenza* dei metalli che chiamerò *originaria*, cioè la resistenza, che offrono al passaggio del fluido elettrico dall'uno all'altro unicamente per essere conduttori in qualche modo imperfetti, quando cioè nel mutuo loro contatto non si dispiega altra forza, quando essendo della stessa specie non ha luogo tra essi alcuna *potenza motrice*, o non produce alcun'effetto. Soltanto dunque ove cotali potenze dispiegano un'azione efficace per essere i metalli che si combaciano diversi fra loro, e tende a sbilanciare e a tenere sbilanciato il fluido elettrico nelle due superficie combaciantisi, risulta tale e tanta diminuzione alla forza conduttrice de' medesimi, ossia tale e tanta *coibenza*, dirò così, *avventizia* od *accidentale*, che arriva a $^1/_{200}$ di grado, come abbiam supposto: e ciò nell'accozzamento de'metalli i più diversi; giacchè per quelli meno diversi non può essere tal coibenza che minore a proporzione.

(*b*) Vi sono io giunto infatti, come mostrerò in altra occasione.

Digitized by Google

equilatero. In questi fori sono inserite per disotto tre viti, pure d'argento, in guisa che le loro punte sporgono appena $^1/_{10}$ di linea, più o meno a volontà, dalla faccia superiore liscia e perfettamente piana del piattello. Or posando sopra questo piattello d'argento un altro piattello di zinco, liscio parimenti ed eguale; ecco che il contatto dell'un metallo coll'altro succede ne' soli punti delle tre vitine sporgenti: siccome però si affacciano le due piane superficie assai da vicino: così facendosi reciprocamente l'*officio di condensatori*, la quantità di fluido, che si accumula nel piattello di zinco a spese di quello d'argento, e l'elettricità che quindi si manifesta positiva nel primo, e negativa nel secondo, non è così piccola, che non possa rendersi sensibile con un discreto numero di giri del duplicatore.

Sperienza XII.

§ LXXIV. Diminuisco lo sporgimento delle vitine, tantochè tra le faccie dei due piattelli rimanga sì picciolo intervallo, che una carta sottilissima non possa passarvi, e appena vi passi la luce. L'elettricità che contraggon per gli stessi toccamenti delle tre sole punte i due piattelli, è ora, in ragione della maggiore prossimità delle loro faccie, maggiore anch'essa, e già non cede molto a quella che acquistano allorchè, ritirate indietro le viti, vengono le dette faccie a un pieno combaciamento.

Sperienza XIII.

§ LXXV. Provo ora a far toccare un piattello all'altro ad angolo, o per gli estremi orli, oppur anche in piano, ma in piccola parte del lembo: e sebbene in questo modo i punti di contatto sieno sicuramente maggiori che nelle due sperienze precedenti, ove le sole punte delle tre viti venivano toccate; pure non avendo luogo quell'ampio e prossimo affacciamento delle piane superficie, che ricercasi all'uopo di condensare l'elettricità, riesce questa ne' miei piattelli, malgrado i maggiori punti di mutuo contatto, assai più debole che nelle sperienze precedenti, talchè ho bisogno di molti più giri del duplicatore per renderla sensibile.

§ LXXVI. Fanno dunque più pochissimi punti di reale contatto quando ve ne siano molti altri affacciati, che si guardino assai da vicino, che non qualche maggior contatto, quando sieno molto men ampie le superficie che si affrontano, o non si guardino così d'appresso. Infine egli è dimostrato, che sebbene si ricerchi assolutamente un vero contatto di metalli diversi (*a*) a

(*a*) Ho per altro qualche fondamento di sospettare, che anche senza alcun reale con-

Digitized by Google

smovere in essi il fluido elettrico, a farne perdere all'uno, ed acquistare all'altro; pochi punti, che realmente si tocchino, bastano perciò: e che se un ampio combaciamento fa, che molto maggiori riescano tale acquisto, e tal perdita, ciò proviene non tanto per il maggior numero di punti di contatto, nei quali e per i quali diventano essi metalli *motori*, quanto per gli altri punti, i quali fuori del reale contatto, ma affacciati alla massima prossimità, abilitano i due pezzi a compiere nel miglior modo l'officio di *condensatore*.

Così è: quando i miei piattelli, od altre lastre di metalli dissimili si applicano a combaciamento per delle larghe superficie, la fanno a un tempo stesso da *motori* e da *condensatori*; quando si toccano in angolo, o altrimenti, in guisa che non si presentino che picciole superficie, o seppur larghe, non abbastanza da vicino, la fanno semplicemente da *motori*, e poco o nulla da *condensatori*. Ecco perchè si ottiene tanto in quella prima maniera, e così poco in quest'ultima: come appare confrontando i fatti delle sperienze sopra descritte, III e segg. e specialmente VII, IX, X, ec.

§ LXXVII. Passo ora a provare con esperienze dirette quanto ho più sopra avanzato al § LVI, cioè che la stessa virtù che hanno i metalli di smovere il fluido elettrico, di darne, o riceverne ec. nel mutuo loro contatto (ben inteso che sieno diversi), la hanno ben anche nel contatto loro co' conduttori umidi o di seconda classe, ma generalmente in grado molto minore, trattandosi di conduttori acquei, o poco dall'acqua diversi.

Dico *generalmente*, e trattandosi che i conduttori cui essi metalli combaciano sieno *puramente*, o *quasi puramente acquei*; poichè altrimenti l'azione elettrica, che si esercita al contatto di molti liquori salini, specialmente di certi acidi (ossici) con certi metalli, e degli alcali concentrati con quasi tutti i metalli, è per avventura più forte e più marcata, che quella esercitata nel contatto mutuo di due metalli poco fra loro diversi: come fan vedere le sperienze riportate già a suo luogo (§ XXIII e XXIV) in cui una rana o non ben preparata, o scema di vitalità a segno, che pescando nel modo solito ne' due bicchieri d'acqua, non si risente ove venga compito il circolo con due di tai metalli poco diversi, come argento e rame, ottone e ferro, viene all'incontro violentemente scossa qualora intingasi ne' due bicchieri un arco di un metallo solo; tutto es. gr. di ferro o tutto di stagno, di cui un capo sia intriso di acqua ben salata, di ossinitroso, o di alcali.

§ LXXVIII. Ristringendomi dunque ai conduttori acquei o presso a poco tali, e scegliendo per questi dei legni verdi, delle pelli umide, della carta pari-

---

tatto la sola prossimità delle rispettive larghe faccie di due metalli diversi basti a produrvi qualche piccolissima elettricità. Ulteriori sperienze, che ho in vista, potranno verificare o distruggere un tale sospetto.

Digitized by Google

menti umida, dei mattoni, od altre pietre porose imbevute d'acqua, applico a ciascuno di questi nel miglior modo, e tenendoli isolati, i piattelli d'argento, di ottone, di stagno, di zinco; quali poi staccati trovo, col solito ajuto del *duplicatore* (*a*), essere rimasti *elettrizzati negativamente* tutti, aver fatto cioè perdita di fluido elettrico; picciolissima però, massime lo zinco, e molto minore di quella che soffre il piattello d'argento applicato a quello di stagno, oppure esso stagno applicato al piattello di zinco, non che il primo applicato a quest'ultimo. Ella è così picciola tale elettricità del piattello metallico, sia questo di zinco, di stagno, d'argento, o qualunque altro che combaciò questo o quel conduttore umido, che per iscoprirla conviene che il duplicatore sia bene spogliato d'ogn'altra elettricità (il che non si ottiene, come abbiam veduto, se non con un lungo riposo del medesimo); e allora pure si ricercano, a portarla a un grado sensibile, molti giri.

§ LXXIX. Non debbo omettere di far osservare rapporto a queste sperienze, che se va bene, anzi è necessario, che i conduttori di seconda classe, legni, pelli, carta, avorio, ec., a cui si fanno combaciare i piattelli metallici, siano umidi, fino a un certo segno, tanto cioè che riescano abbastanza buoni conduttori, non conviene però che lo siano di troppo, in modo che bagnino l'istesso metallo; giacchè in questo caso rimanendo attaccata una lamina o velo d'acqua alla faccia del piattello, non è più il metallo che si separa dal conduttore acquoso, ma acqua da altr'acqua, un conduttor simile da un altro simile; nel qual caso non può comparire elettricità di sorta: appunto come non ne potrebbe comparire in un piattello d'argento, il quale applicato a delle foglie di stagno sovrapposte le une alle altre, al levarlo indi in alto se ne portasse via qualcuna aderente.

§ LXXX. È superfluo ch'io vi dica, che per l'istessa ragione non può mostrare alcuna elettricità il piattello applicandolo a combaciamento dell'acqua stessa, e staccandolo indi: non già perchè non ismova tal contatto il fluido elettrico, e il metallo non ne dia all'acqua cui bacia; che anzi tanto più facilmente glie ne dà, quanto codesto combaciamento è più ampio e perfetto; ma perchè allo staccare il piattello gli vien dietro quella lamina d'acqua, in cui trovasi appunto tanto eccesso di fluido elettrico, quanto evvi di difetto nella contigua faccia del metallo.

§ LXXXI. Per l'istessa ragione ancora debbon essere asciutte le faccie dei piattelli, se dal loro combaciamento e distacco d'uno dall'altro vuolsi ottenere una sensibile elettricità.

(*a*) Ed anche senza il duplicatore, con un semplice *Condensatore* ed una boccettina di Leyden; come mi è riuscito dopo scritto questa Lettera, e mostrerò in un altra, che stò preparando.

Digitized by Google

§ LXXXII. Che se invece d'essere la carta, le pelli, le pietre, i legni ec. troppo umidi, lo siano troppo poco, e già conduttori molto imperfetti (incapaci di trasmettere la scossa di Leyden) tirino alla natura degli *idioelettrici*, ossia elettrizzabili per istropicciamento, potranno tali corpi combaciando i piattelli metallici indurvi un'elettricità più forte di quella, che s'induce dal mutuo combaciamento di essi piattelli anche i più diversi; molto più poi, se non fermandosi alla semplice applicazione, si venga ad una forte pressione, alle percosse, allo stropicciamento, e l'elettricità di essi piattelli pel combaciamento, pressione ec. di tai corpi non abbastanza umidi, non sarà ora sempre negativa come allorchè trovansi umidi a dovere (§ LXXVIII), ma in molti casi positiva.

Ma basti per ora di queste sperienze (*a*), che troppo lungi mi condurrebbero,

---

(*a*) Produrrò in altra occasione una lunga serie di sperienze sulla specie, e grado di elettricità che acquistano i piattelli di diversi metalli, per la semplice applicazione loro, senza cioè pressione considerabile, per l'applicazione con forte pressione, per la percossa, per lo strofinamento in piano o in costa, contro varie specie di coibenti, o così detti idioelettrici, contro dei semicoibenti, contro corpi più conduttori che coibenti, contro de' conduttori mano mano più perfetti, e finalmente contro se stessi, cioè affrontandosi un piattello metallico con un altro diverso; intorno al qual ultimo modo, quantunque molto siasi già detto nella presente lettera, resta pur molto ancora a dire. Questa serie di sperienze presenta dei risultati assai curiosi e nuovi, molti dei quali presi a parte potrebbero sembrare capricciosi in certo modo, e altrettante anomalie, ma che avvicinati mi hanno scoperto certe leggi.

Le principali di queste leggi o risultati generali sono:

1.° Che varia sì di specie, che di forza l'elettricità de' metalli cimentati con tutti i detti corpi, non solamente secondo che sono diversi questi, e diversi quelli; ma secondo anche vengono cimentati nell'uno o nell'altro degl'indicati modi.

2.° Che l'argento, lo stagno, e molti altri metalli *affettano* generalmente l'*elettricità negativa*, cioè nella maggior parte di tali prove sortono elettrizzati *in meno*: mentre all'opposto alcuni altri, singolarmente il zinco, *affettano* l'elettricità *positiva*, o *in più*.

3.° Che tutti però, anche il zinco, si elettrizzano *in meno*, avvengachè debolissimamente, combaciando, sia con leggiera, sia con forte pressione, panno, carta, cuojo, legno, avorio ec. abbastanza umidi per essere buoni conduttori.

4.° Che contro codesti corpi umidi piuttosto troppo, che poco, la forte pressione del piattello metallico qualsiasi, le percosse, lo strofinamento, non operano notabilmente più di quello che faccia l'applicazione semplice, o accompagnata da dolce pressione (tanto che porti un abbastanza esatto combaciamento), non producono cioè in esso metallo, che la stessa debolissima elettricità negativa (3.°).

5.° Che la semplice applicazione, il semplice combaciamento, purchè sia egualmente ampio ed esatto, fa tutto anche per i metalli cimentati un contro l'altro, cosicchè è inutile qualsiasia pressione o stropicciamento.

6.° Che al contrario contro i corpi non molto umidi, e a misura che più partecipano alla natura de' coibenti, generalmente più del semplice combaciamento, o di una dolce pressione del piattello metallico, vi eccita e promove l'elettricità una pressione forte; più di questa le percosse, e meglio di tutto lo strofinamento.

7.° Che la minima efficacia della semplice applicazione, massima dello stropiccia

Digitized by Google

e fuori del soggetto propostomi; e basti di tante pagine di questa doppia Lettera cresciuta già a un picciol volume.

---

mento, e a proporzione mezzana delle percosse, e pressioni più o meno forti, si osserva nei cimenti de' piattelli metallici co' veri e perfetti coibenti; talchè niuna o quasi niuna elettricità eccitandosi colla semplice leggiera applicazione del piattello metallico a lastre di vetro asciutte, di zolfo ec., una forte ne sorge colla pressione, assai più forte colle percosse, e fortissima collo stropicciamento.

8.° Che del resto la *semplice applicazione* de' metalli a combaciamento di corpi non del tutto coibenti, ma neppure per molto umido troppo conduttori, di quelli cioè, ch'io chiamo semicoibenti, *fa inclinare essi metalli*, quali più, quali meno all'*elettricità negativa*, E. —; *la pressione* non più tanto alla negativa, anzi pure talvolta *alla positiva*, E. +; le *percosse più decisamente alla* E. +; e molto più ancora a *questa* E. + *lo strofinamento*, massime in costa.

Così per esempio il piattello d'argento contro la carta nè asciuttissima, nè troppo umida acquisterà col semplice combaciamento, senza notabile pressione, 1 grado di E. —: con una pressione discretamente forte ancora 1 grado o 2 di E. —: colla percossa meno di 1 grado della stessa E. —, o niente, od anche qualche grado di E. +: e collo stropicciamento immancabilmente un'E. + e sì di 3, 4, o più gradi. Il piattello di zinco colla semplice applicazione meno di 1 grado di E. —: colla pressione 2 o 3 gradi di E. +: colle percosse 4, o 6 gr. parimenti di E. +: finalmente 10, 12 gradi, o più ancora della medesima E. + collo stropicciamento.

Digitized by Google

Digitized by Google

XVIII (C).

LETTERA III

DI ALESSANDRO VOLTA

PROFESSORE DI PAVIA

AL PROFESSORE GREN DI HALLA

SULLO STESSO ARGOMENTO

Marzo 1797.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
Br. Ann., T. XIV (1797), pg. 40. Ann. de Ch., T. 29 (1798) (extrait par Van Mons), pg. 91. Ant. Coll., T. II, p. II, pg. 69.	Cart. Volt.: J 46; J 47; L 13.

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da Br. Ann.
DATA: del V., scritta in L 13.

J 46, ampio brano di una prima minuta che differisce sensibilmente dal testo pubblicato in Br. Ann. anche nella suddivisione in §§.
J 47, brano della precedente minuta ripetuto con modificazioni.
L 13, minuta completa e quasi concordante salvo nella divisione dei §§.

Digitized by Google

Digitized by Google

LETTERA TERZA.

Vi ho comunicato, mio rispettabile collega, (nella 2ª delle lettere scrittevi in agosto dell'anno passato) una parte solamente delle sperienze, con cui mi è riuscito di rendere sensibile agli elettrometri anche meno delicati l'elettricità eccitata nei metalli per virtù del semplice combaciamento, ossia mutuo contatto di due di essi di differente specie, cioè quelle sperienze ch'io aveva fatte fino allora coll'ajuto del *duplicatore* di NICHOLSON; e solo hovvi accennato di fuga (§ LVII e LXX), che anche col semplice mio *condensatore* di elettricità avea potuto ottenere lo stesso. Or dunque di quest'altra parte di sperienze, che ho da quel tempo estese di molto e perfezionate, e di altre assai più semplici ancora, con cui son giunto ultimamente ad aver segni elettrici a dirittura da essi metalli combaciatisi, senza neppure ricorrere al condensatore (*a*), sperienze quanto più semplici altrettanto più chiare e decisive, mi propongo di parlarvi in oggi a compimento del soggetto che ho preso a trattare.

§ LXXXIII. Per queste ultime prove d'altro non fa bisogno, che dei piattelli di diversi metalli già descritti nella lettera precedente (§ LXIII), e di uno elettroscopio di BENNET, ossia a listarelle di foglia d'oro finissima (sebbene anche un elettrometro a paglie sottili (*b*) possa esser atto, cioè sensibile abbastanza): per le altre vi vuole inoltre una boccettina di Leyden, e un piccolo condensatore; per il qual ultimo può servire benissimo uno degli stessi piattelli, ed un pezzo d'incerato, cui si adatti quello a dovere.

Cominciando dunque dalle più semplici, ripetansi le sperienze del già citato § LXIII e segg. LXIV, LXV, LXVI, colla sola differenza, che staccati i due piattelli dal mutuo combaciamento si porti l'uno o l'altro a toccare, non già il duplicatore (di cui non vogliamo ora più servirci), ma immediatamente la testa

---

(*a*) Di questo pure ho dato un cenno nelle note aggiunte posteriormente alla citata lettera: cioè not. ai §§. LXIII, LXX e LXXI.

(*b*) Può vedersi la descrizione di tali elettrometri a paglie, ch'io ho sostituite con vantaggio ai pendolini di sottil filo metallico terminanti in pallottoline di midollo di sambuco, nelle mie *Lettere sulla Meteorologia elettrica*, pubblicate ne'Giornali del Professore BRUGNATELLI.

Digitized by Google

o cappelletto dell'elettroscopio sensibilissimo; e vedrassi che i suoi pendolini, le fogliette d'oro acquisteranno qualche divergenza, indicheranno cioè alcun grado di elettricità; e questa positiva, o negativa, secondo la natura del metallo che si esplora, e di quello cui venne applicato a combaciamento, a norma di quanto si è già spiegato nella lettera precedente.

§ LXXXIV. Questa divergenza, ove le circostanze siano favorevoli, non è tanto piccola, che debbasi aguzzar molto l'occhio per iscoprirla; ella non è punto equivoca, se anche l'elettroscopio non sia de' più sensibili; insomma è maggiore di quello ch'io stesso mi sarei potuto aspettare. Con un piattello d'argento ed uno di zinco ben tirati, e che si combaciano a dovere, a segno di manifestare una notabile coesione; che io strofino ben bene, innanzi di applicarli l'uno all'altro, contro una saglia, o contro a fogli di carta sugante, per renderne le faccie, che hanno a combaciarsi, asciutte, monde e terse; che porto al più ampio ed esatto combaciamento tra loro, e stacco indi ad un tratto, e perpendicolarmente; con tali piattelli, e tali attenzioni riesco, ove anche il resto trovisi in buon ordine, cioè gl'isolamenti sì di essi piattelli, che dell'elettroscopio, perfetti, e l'ambiente secco, riesco a far divergere le fogliette d'oro più d'una linea la prima volta, voglio dire con un sol toccamento del piattello d'argento, o di quello di zinco, appena staccasi un dall'altro, contro il cappelletto di esso elettroscopio; poi due, e fino tre buone linee, con due, tre, o quattro toccamenti: dopo i quali portata l'elettricità dell'elettroscopio al medesimo grado di quella del piattello, è inutile il moltiplicare ulteriormente tali toccamenti.

§ LXXXV. Invero un'elettricità così spiegata ottenuta coi semplici toccamenti metallici è cosa affatto sorprendente, e grande stupore infatti ha recato a tutti gl'intelligenti, a cui ho avuto occasione di mostrare tali sperienze. Dessa poi ha il vantaggio, perciò appunto che si manifesta con sì notabile divergenza dei pendolini dell'elettroscopio, di facilmente scoprirci, mercè i soliti criterj dei movimenti, di quale specie sia nelle diverse prove, se positiva cioè, o negativa. Così dunque scopresi *negativa* quella dell'*argento* dal ristringersi detti pendolini dell'elettroscopio cui si è comunicata, od allargarsi vieppiù, secondochè si accosta al medesimo un bastoncino di vetro, od uno di ceralacca soffregati; viceversa *positiva* quella dello *zinco* dall'accrescersi la divergenza da lei cagionata col vetro, e diminuirsi colla ceralacca, ec.

§ LXXXVI. Ho già fatto osservare (lett. prec. § LXIV), che, le altre cose pari, maggior elettricità si ottiene se, in luogo di tenere isolati ambedue i piattelli mentre stanno a mutuo combaciamento applicati, si fa sì, che uno di essi comunichi col suolo: e ciò affinchè compia a dovere all'officio di *condensatore*; conforme ho mostrato, che han luogo effettivamente in tali sperienze i principj del condensatore (§ LXXII e segg.). Or egli è appunto in questa maniera, che porto fin a 2, 3 linee, ed anche un poco di più nelle circostanze favorevolissime,

Digitized by Google

la divergenza nelle fogliette dell'elettroscopio di BENNET (§ LXXXIV), ed a 1 linea quasi quella delle paglie sottili nel mio (*a*). Nell'altra maniera, cioè tenendo isolati ambi i piattelli, non posso ottenere che la metà di tanto, o poco più, coerentemente alle sperienze riportate già nella lettera prec. (§ LXIII e LXIV).

§ LXXXVII. Una ragione generale di ciò, e che potrebbe bastare, ce la presenta la teoria del condensatore, che (come ho mostrato nei citati §§ della lettera prec.) ha luogo sibbene per le sperienze de' due piattelli metallici, ed esige, che il piatto inferiore non sia altrimenti isolato, se nel superiore dee potersi contenere la maggior quantità possibile di elettricità. Ma pure stimo non inutile il dar quì una spiegazione più particolare e meglio adattata al caso nostro. Dirò dunque, che se in quanto sono i metalli *motori* di elettricità incitano il fluido elettrico, e lo determinano stante il mutuo loro contatto ad una specie di disequilibrio, a passare per esempio dall'argento nel zinco, ed accumularsi in questo a spese di quello, in quanto sono d'altra parte *conduttori*, non sì tosto hanno acquistato per tale sbilancio qualche *tensione elettrica*, che richiamano, e sollecitano il fluido medesimo all'equilibrio. Or dunque da queste due forze opposte dee venire costituito un *maximum*, ossia un limite sì all'accumulamento di fluido elettrico nell'uno dei metalli che si accozzano che al diradamento nell'altro. Supponiamo che tal limite nel più congruo combaciamento di un piattello d'argento con uno di zinco trovisi quando la differenza nella rispettiva densità del fluido elettrico è divenuta eguale a 2; se ambedue i piattelli tengansi isolati, arriverà questo limite tosto che l'argento abbia perso 1, ed acquistato 1 il zinco, con che effettivamente la differenza o sbilancio, e la tendenza quindi all'equilibrio risulterà =2; e però l'elettricità che manifesterà ciascuno dei due quando appresso saranno separati, l'argento cioè negativa, positiva lo zinco, non potrà esser maggiore di 1. Se all'incontro il zinco solo trovisi isolato, e l'argento comunichi colla terra, in tal caso venendo questo mano mano risarcito dal suolo del fluido che dà al primo, potrà dargliene fino alla quantità già detta di 2; tantochè l'elettricità positiva, che indi dispiegherà esso zinco, sarà pure =2. Così se non sia isolato lo zinco, ma l'argento solo, deponendo il primo nel suolo quanto di fluido riceve dal secondo, potrà privarsene questo fino all'indicata quantità di 2, e dispiegare poi levato dal contatto un'elettricità negativa =2.

§ LXXXVIII. È facile applicare questa spiegazione ad altre combinazioni di metalli diversi, avuto riguardo che le *forze motrici* (le quali, sia che provengano da attrazione o ripulsione verso il fluido elettrico, o da qualsi-

(*a*) Gli elettrometri a listarelle di foglia d'oro, e a paglie, di cui mi servo, son tali, che il primo è giusto 4 volte più sensibile del secondo.

Digitized by Google

voglia potenza, risolvonsi in un impulso che detto fluido riceve), tali forze differiscono notabilmente per ciascuno, come ho insinuato in molti luoghi, in modo che combinata colla facoltà *conduttrice*, la quale può supporsi presso a poco eguale in tutti, ne risulta per ogni diversa combinazione, ossia coppia di metalli, un diverso sbilancio di fluido elettrico, ec. Così se lo sbilancio tra argento e zinco si ponga = 2 (§ prec.), sarà eguale a 1, poco più poco meno, quello tra argento e stagno, e tra stagno e zinco; eguale presso a poco a $^1/_2$ lo sbilancio tra argento e ottone, tra ottone e ferro, tra ferro e stagno, ec.; tra alcuni altri metalli meno diversi ancora in ordine alla virtù motrice, come oro e argento $=^1/_4$, o minore; finalmente minimo od inapprezzabile tale sbilancio per altre combinazioni, ma non mai nullo affatto, se non fra metalli in tutto simili, della stessa specie cioè, della stessa tempra, polimento, ec., ne' quali non avendo effetto, ossia bilanciandosi le forze motrici perfettamente eguali, fanno che si comportino i due metalli compagni come semplici conduttori, e sortano quindi dal mutuo combaciamento, fatto anche nel miglior modo, senza il minimo che di elettricità.

§ LXXXIX. Ho supposto fin quì, che il combaciamento de' due metalli succeda in assai ampie superficie de' medesimi, ben piane, asciutte e terse, e riesca al più possibile esatto; che il distacco si faccia ad un tratto, e perpendicolarmente, mantenendo cioè parallele le faccie fra loro fino a che ne sia compita la separazione, e il necessario allontanamento. Egli è solamente con queste attenzioni, e nelle circostanze favorevoli di tempo secco, onde i necessari isolamenti mantengansi perfetti, cose tutte, che ho già sopra prescritte (§ LXXXIV), che ottengo realmente da'miei piattelli tanta elettricità, quanta ho (ivi) spacciato di ottenere. Mancando in qualche parte a tali condizioni, non arrivo più co' piattelli d'argento e di zinco a far divergere le fogliette dell'elettroscopio di BENNET le 3 linee; e per poco neppure le 2: e così a proporzione cogli altri metalli: e siccome adoperando anche colla maggiore attenzione e diligenza non sempre il combaciamento degli stessi piattelli riesce egualmente bene, di che è prova la coesione or maggiore, or minore, or nulla che mi si manifesta nello staccarli; così avviene, che da una volta all'altra sortano gli stessi metalli dal mutuo combaciamento con diverso grado di elettricità; che i piattelli d'argento e di zinco rare volte ne abbiano acquistata tanta da far divergere 3 lin. le fogliette dell'elettroscopio di BENNET; che sovente non le allarghino che 2 circa, come or ora si disse, ec. Che se le faccie de' piattelli siano notabilmente ineguali, o scabre, o sucide, sicchè niuna sensibile coesione abbia luogo, sarà molto se giungeranno essi piattelli d'argento e di zinco a tanto di elettricità da movere le fogliette d'oro di 1 lin. o di $1^1/_2$; peggio poi se si sovrapponga l'un piattello all'altro per metà solamente, o per una più piccola porzione di dette faccie piane; e peggio ancora se si applichino non parallelamente, ma ad angolo e per pochi punti; se il contatto abbia luogo negli

Digitized by Google

orli soltanto; o se tal contatto ad angolo, o dei soli orli accada in ultimo perchè s'inclini un piattello verso l'altro staccandoli, o in altra maniera si faccia malamente un tale distacco: in tutti questi casi sortiranno i medesimi piattelli di argento e di zinco da tali contatti con sì debole elettricità, che appena potranno darne qualche segno al più delicato elettroscopio, o non ne daran punto: molto meno ne daranno in simili circostanze altri piattelli meno diversi tra loro, ec.

§ XC. La ragione per cui importa così tanto, che il contatto de' due metalli sia il più ampio ed esatto, che le faccie dei piattelli piane, eguali e monde si combacino nel miglior modo, si è, perchè compensandosi in certa maniera le contrarie elettricità ne' due piattelli così affacciati, e ciò tanto meglio, quanto appunto tale affacciamento è più largo, e giunge a maggior prossimità, si sostengono esse a vicenda, in guisa che posson crescere corrispondentemente in quantità senza distruggersi l'una l'altra: come coerentemente ai noti principj e leggi intorno all'azione delle atmosfere elettriche, applicate particolarmente al *Condensatore*, ho spiegato già nella lettera precedente (dal § LXXI al LXXVI).

§ XCI. Abbiam supposto ivi, che la picciolissima coibenza, che può ritenere il fluido elettrico sbilanciato tra due metalli accozzati, e che lo ritiene infatti nello zinco, in cui venne accumulato in virtù del semplice suo contatto coll'argento, sicchè non rifluisca da quello a questo, che tal coibenza sia eguale a $^1/_{200}$ di grado. Questa cosa spiegata un poco meglio nella nota al § LXXI di tal lettera, indi anche al § LXXXIV della presente, e che vorrei pure dilucidare quì d'avvantaggio, riducesi a ciò, che dalla composizione delle forze motrici e delle conduttrici, eguali queste presso a poco per tutti i metalli, differenti quelle per ciascun metallo diverso, ne risulta una data determinata forza, o *tensione* di elettricità comportabile da una data combinazione di metalli addotti al mutuo contatto, che può sussistere cioè a fronte della loro conducibilità; la quale facoltà conduttrice perdente nel contrasto, ossia resa in qualche modo minore, dà luogo ad una certa qual *coibenza accidentale* maggiore assai della *coibenza* loro nativa od *originaria*, di quella cioè che compete ad essi metalli negl'incontri di simile a simile, ec., in cui forze motrici non hanno influsso. Un tale bilancio delle forze motrici e conduttrici nell'argento e zinco cimentati tra loro diciamo dunque aver luogo, ridotta che sia la *tensione* elettrica a $^1/_{200}$ di grado, cioè questo essere il risultato della composizione di tali forze.

§ XCII. Or valutisi, come io soglio, per 1 grado quella forza elettrica, che appena comincia ad essere sensibile ad un elettrometro di paglie lunghe tre buoni pollici e sottilissime, facendo divergere di mezza linea le loro punte (*a*), e corrispondentemente 2 lin. le listerelle di foglia d'oro dell'elettroscopio

(*a*) Per sottili che sieno le paglie, e per quanto pendano l'una all'altra vicine senza toc-

Digitized by Google

di BENNET, il quale, sebbene possa essere ancora più mobile e delicato, lo è abbastanza ove riesca quattro volte più sensibile dell'anzidetto a paglie lunghe e sottilissime. Saran dunque forti di 1 grado, e di $1\,^1/_2$ le elettricità di eccesso e difetto rispettivamente, con cui sortono dal mutuo contatto i due piattelli di zinco e di argento, ove giungano a far divergere di 2 e di 3 linee le fogliette dell'elettroscopio di BENNET; come vi giungono difatti nelle favorevoli circostanze (§ LXXXIV, LXXXVI, LXXXIX). Ma come, se a $^1/_{200}$ di grado solamente è eguale la *coibenza* di detti metalli, o a meglio dire la *tensione* elettrica, che possono comportare (§ prec.)? Come ha potuto arrivare l'elettricità a 1 grado intiero, e più? Come l'han potuta ritenere tanta elettricità, e tanto forte essi metalli pel mutuo loro contatto?

§ XCIII. La risposta a queste difficoltà, che a prima giunta sembra inesplicabile, e forma uno de' più grandi paradossi in elettricità, trovasi nel già detto e spiegato. Basta richiamarsi, che i piattelli applicati l'uno all'altro a dovere colle loro piane superficie fanno nel miglior modo *l'officio di condensatore*, tantochè quella quantità di elettricità, che dispiega ora 1 grado, $1\,^1/_4$ gr. ed anche $1\,^1/_2$ gr. di forza in questo o quel piattello staccato o solitario, perdeva prima, stando essi piattelli applicati al congruo combaciamento (e perderà di nuovo, ove tornino quelli a combaciarsi nell'istesso modo) tanto della sua *tensione*, ond'essere questa ridotta ad una picciolissima frazione di grado, ad $^1/_{100}$ per avventura, ad $^1/_{150}$, o ad $^1/_{200}$, secondochè la virtù condensatrice arriva a condensare 100, 200, 300 volte, ec.

§ XCIV. Io avea già trovato, che un buon condensatore ordinario consistente in un piatto o scudo di metallo discretamente piano, e non levigatissimo, e in un piano di marmo, o simile altro semicoibente, neppur esso tirato a perfetta eguaglianza, i quali perciò si applicavano mezzanamente bene, ma non benissimo, che un tal condensatore nelle favorevoli circostanze condensava già più di 100 volte; e più poi di 150 un altro condensatore, di cui mi servo spesso con grande vantaggio, consistente in una specie di guanto di fino incerato (ma vecchio, tantochè non sia nè attaccaticcio, nè troppo coibente), che applico, introdottavi la mano, immediatamente, e con discreta pressione ad un piattello di 3 pollici di diametro avvitato sopra il cappelletto dell'elettrometro a paglie, o a fogliette d'oro. Ora osservo, che meglio un piano si adatta al compagno e lo combacia, e più, le altre cose pari, divengon atti all'ufficio di condensare l'elettricità, massime entro i limiti di una debolissima *tensione*.

---

carsi, mancherà pochissimo che i loro assi distino già di $^1/_2$ linea; onde sarà insensibile quella elettricità che non giunga ad allontanargli almen di tanto. Che se le pagliette pendendo naturalmente si tocchino, l'adesion mutua permetterà difficilmente che si stacchino anche per un'elettricità di $^1/_2$ lin. o alquanto più forte, e però debbono bensì pendere vicinissime e parallele, ma non toccarsi.

Digitized by Google

Non è dunque fuori del possibile, nè del verosimile, che la condensazione nei nostri piattelli di metallo tirati a perfezione, che si combaciano nel miglior modo colle loro ampie, monde e asciutte superficie, arrivi a 200 e più, e forse a 300 volte, riguardo ad un'elettricità, che nel suo maggior vigore resta al di sotto di 2 gradi.

§ XCV. Or se tale si ponga la condensazione, cioè =300, quando col migliore combaciamento de' due piattelli, e le altre circostanze favorevoli, si ottiene tanta elettricità in quel d'argento, o in quello di zinco, indi staccati, da comparire forte di grado $1\,^1/_2$, ossia da far divergere fino a 3 linee le fogliette dell'elettroscopio di BENNET (§ XCII) (che è presso a poco il sommo, che ho potuto ottenere), ne verrà che la forza ossia *tensione elettrica* nell'attuale combaciamento agguagliava soltanto $^1/_{200}$ di grado; e che per conseguenza non eccedendo il *maximum di tensione*, che risulta dalla composizione delle forze motrici e conduttrici, potè essere frenata e ritenuta ne' rispettivi piattelli, malgrado cioè la facoltà conduttrice de' medesimi, la quale cedente fino a quel segno alla contraria forza motrice, può considerarsi, come unita a un certo grado di *coibenza*; coibenza piuttosto avventizia od *accidentale* che *originaria*; insomma maggiore assai di questa: tutto ciò conforme a quanto ho avanzato già, e spiegato in più d'un luogo (vegg. § LXXI, LXXII della lett. prec. e LXXXVII e XCI della presente).

Che se la condensazione giunge solo a 200, o a 150 volte, il che s'accosta forse più al vero (almeno ove le faccie metalliche non sono del tutto piane ed eguali, lisce e terse, o non si applicano l'una all'altra nel miglior modo); e se l'elettricità che si ottiene giunga ad 1 sol grado, a far divergere cioè di 2 lin. e non d'avvantaggio le fogliette d'oro, come accade più sovente, basterà ancora supporre a detti metalli una coibenza eguale a $^1/_{200}$, o assai più ad $^1/_{150}$ di grado.

§ XCVI. Or una tale coibenza de'metalli, ed anche se si supponesse un poco maggiore, anche facendola arrivare a $^1/_{100}$ di grado, è così picciola cosa, che non dovrebbe esservi difficoltà ad ammetterla, quand'anche si volesse *originaria*; molto meno dunque ve ne può essere, molto meno potrà dirsi che ripugni tal coibenza alla facoltà conduttrice de' medesimi metalli considerandola come avventizia od *accidentale*, cioè risultante dal conflitto di essa facoltà conduttrice colle contrarie forze motrici, che dispiegansi ne' combaciamenti metallici (§§ cit.).

§ XCVII. Dietro le indicate determinazioni (le quali, se non sono esatte, si accostano più o meno al vero o al giusto), così intorno alla virtù de' condensatori, riguardo cioè a quale e quanto accumulamento di elettricità possono essi procurare, come intorno al *maximum* di *tensione elettrica* risultante dalla composizione delle forze motrici, e conduttrici nel contatto mutuo di due metalli, e corrispondente *coibenza* con cui essa *tensione* si equilibra; il quale *maximum*

Digitized by Google

abbiam posto nel contatto di argento e zinco essere $= {}^1/_{200}$ di grado (§ XCI, ec.), si spiegherà ora men vagamente, e con più chiarezza quello, che sopra (§ LXXXIX, XC) si è pure in qualche modo fatto intendere: cioè come e perchè, se i detti piattelli d'argento e di zinco non sono ben piani, o male si applichino l'uno all'altro; se combaciandosi in pochi punti non vengono almeno a grandissima prossimità in altri modi, ossia con assai larghe superficie; se tocchinsi solo ad angolo, o in picciola parte sieno sovrapposti l'uno all'altro; sortono poi dal contatto con un'elettricità di molto inferiore a quella, che abbiamo finora osservata, con una cioè, che non giunge per avventura a ${}^1/_2$, ${}^1/_4$, ${}^1/_{10}$ di grado, e che appena può rendersi sensibile al più delicato elettroscopio di BENNET, od anche non lo può, se non coll'ajuto del *Duplicatore* nel modo descritto nell'antecedente lettera, oppure del mio *Condensatore* nel modo che tra poco descriverò. Lo stesso è, se anche si applichino benissimo le faccie perfettamente piane, monde e asciutte de' due piattelli, ma o inclinandole nell'atto che si vanno staccando, o facendole scorrere una sopra l'altra, pochi siano i punti di contatto o prossimi al contatto, picciole le superficie che si guardano affatto da vicino un momento prima che si compia tale distacco. In siffatte posizioni e circostanze di scarso contatto ed imperfetto affacciamento, è facile comprendere, che l'elettricità dee condensarsi assai meno, che dove si fa l'applicazione di ampie superficie portate al mutuo contatto, se non di tutti, di molti punti, e insieme ha luogo il più grande accostamento, e quasi contatto di moltissimi altri e questo mantiensi fino al distacco totale, che fassi istantaneamente, e mantenendo il parallelismo delle dette superficie: in tali, dico, posizioni svantaggiose non può giungere la condensazione dell'elettricità, non dirò a 200, 150, 100 volte, ma per sorte neppure a 10, o a 15: e quando giungesse anche a 20 volte, ritenuta la *tensione elettrica* risultante dalle combinazioni delle forze motrici e conduttrici, e bilanciantesi colla coibenza accidentale dei detti metalli argento e zinco eguale a ${}^1/_{200}$ di grado (§ XCI ec.), è chiaro che l'elettricità, che potrà ritener l'uno o l'altro piattello, e spiegare indi staccato dal compagno, non sarà punto maggiore di ${}^1/_{10}$ di grado; e però insensibile anche al più delicato Elettrometro di BENNET.

§ XCVIII. Che se i due metalli toccandosi si affaccino in più pochi punti ancora, come se un globo o l'estremità di una lastra o filo metallico, venga al contatto di altro globo o lastra, ec., non avendo luogo allora alcuna condensazione, o soltanto una ben picciola, corrispondentemente cioè ai pochi punti che si affacciano, l'elettricità che potran mostrare essi metalli dopo tali toccamenti sarà ${}^1/_{200}$ di grado, ${}^1/_{100}$, o poco più; e quindi così picciola, che a stento potrà scoprirsi coll'ajuto del *Duplicatore*, non che del *Condensatore*.

§ XCIX. Molto più difficilmente poi riuscirà, o potrà rendersi sensibile l'elettricità eccitata con tali toccamenti di pochi punti, o fatti ad angolo, ec. in altri metalli meno diversi tra loro in ordine alla virtù motrice, di quello

Digitized by Google

sieno argento e zinco, e nel mutuo contatto de' quali la *tensione elettrica* risultante da essa forza motrice combinata colla facoltà conduttrice, e quindi anche la *coibenza* relativa o *accidentale* sia minore assai di $^1/_{200}$ di grado, eguale es. gr. a $^1/_{400}$, a $^1/_{600}$, ad $^1/_{1000}$, come per avventura fra stagno e zinco, fra argento e ferro, fra argento e ottone, ec.

§ C. Or dunque in tutti i casi, in cui o per troppo picciola differenza tra loro dei due metalli che si cimentano, o perchè non si combacino a dovere delle abbastanza larghe superficie, o per altra sfavorevole circostanza sorte il piattello dal contatto con elettricità troppo debole per poter esser marcata a dirittura dall'Elettroscopio sensibilissimo di BENNET, o per potersene distinguere la specie, se *positiva* cioè o *negativa*, giugnendo appena a far divergere le fogliette d'oro 1 linea, o meno, o niente che l'occhio possa distinguere: nei casi, dico, in cui l'elettricità, che si vuole esplorare, arrivi a stento nel piattello levato dal contatto a $^1/_4$ di grado, a $^1/_8$, a $^1/_{10}$, ec. si può tuttavia rendere sensibilissima, ricorrendo o al *Duplicatore*, come ho mostrato ampiamente nella lettera precedente, o al semplice mio *Condensatore*, come ho promesso di mostrare in questa, e passo a descrivere.

§ CI. Ho già detto (§ LXXXIII) che di niente altro ho bisogno, oltre ai piattelli, per queste sperienze, che di una boccettina di LEYDEN, e di un pezzo d'incerato, o altro piano semicoibente, cui poter applicare convenientemente uno de' piattelli, sicchè faccia officio di *Condensatore*. Tale boccetta sarà spediente che non abbia più di 4 o 6 pollici quadrati di armatura, avendo 3 poll. circa di diametro i piattelli. Or ecco come io procedo alle sperienze.

§ CII. Carico la boccettina non altrimenti che suol farsi con un elettroforo, cioè fo' toccare all'uncino di quella 20, 30, o più volte il piattello metallico, isolato, la di cui elettricità voglio esplorare, ve lo fo', dico, toccare ad ogni staccamento del medesimo dal piatto compagno, che non dee già essere isolato, ma comunicare col suolo. Con tali 20, o 30 toccamenti alternati, se l'elettricità di quel piattello sia una volta per l'altra di $^1/_4$ di grado, arriverà per avventura la carica della boccetta a $^1/_{20}$, o $^1/_{30}$ di grado (*a*). Or bene ciò basta, perchè venendo essa boccetta scaricata (al modo appunto che si pratica le comuni sperienze del Condensatore) sopra un altro piattello applicato al pezzo d'incerato, e levando indi prontamente tal piattello in alto, dispieghi il medesimo un'elettricità di 2 in 3 gradi, forte cioè abbastanza per far divergere 1 lin. e più le pagliette del mio elettrometro, e corrispondentemente da 4 a 6 lin. le fogliette d'oro di quello di BENNET.

(*a*) È facile comprendere che a misura che crescerà il numero de' toccamenti, la carica della boccetta andrà sempre più avvicinandosi a quel $^1/_4$ di grado, che possiede il piattello caricato, senza però poter giungere mai a tanto.

Digitized by Google

Così poi ottengo 4, 6, 8, o più gradi, caricando la boccetta con 40, 60, 80, o più toccamenti, e adoperando in tutto la stessa manovra, ec.

§ CIII. Mi è facile del resto calcolare dai gradi di elettricità che ottengo dalla boccetta caricata con un dato numero di toccamenti del piattello in questione, o a meglio dire dal Condensatore, in cui passo a scaricarla nel modo suddetto, a qual grado o frazione di grado arrivava all'incirca in esso piattello ciascuna volta che sendo stato applicato all'altro piatto comunicante col suolo ne veniva indi staccato. A quest'oggetto faccio alcune sperienze preliminari, ossia di saggio. Provo cioè con due piattelli d'argento uno, l'altro di zinco, piani e puliti sufficientemente, facendoli combaciare a dovere mentre un solo sta isolato, e a dovere staccandoli, provo a qual segno monta l'elettricità in esso piattello isolato, quanto cioè, portato a toccare immediatamente l'elettroscopio di fogliette d'oro le faccia divergere; e trovando per es. che per adequato, ossia una volta per l'altra gli è di 2 linee, elettricità ch'io valuto per 1 grado (§ XCII), cerco quante volte io debba ripetere il giuoco di applicare detto piattello all'altro comunicante, e levatolo farlo toccare all'uncino della boccetta, quanti, dico, ve ne vogliano di codesti toccamenti alternati, per caricarla a segno di poter poi col mezzo del Condensatore far divergere altrettanto le fogliette dello stesso elettroscopio, quanti per farle divergere del doppio, del triplo, ec.; insomma per ottenere 1, 2, 3 gradi, ec. Supponiamo che convenga caricare la boccetta con 3 toccamenti per arrivare coll'ajuto del Condensatore a tanto appunto quanto suol fare il piattello da sè stesso, senza cioè nè boccetta nè Condensatore, per arrivare a 1 grado; che convenga caricarla con 6 toccamenti per produrre un effetto doppio, ossia 2 gradi, con 9 toccamenti per giungere a 3 gr., ec. Osservato bene ciò, passo a fare le sperienze con altri piattelli (i quali per la giustezza del calcolo debbono essere di eguale grandezza), con piattelli, che non danno per avventura da sè soli, ossia esplorati immediatamente, segni sensibili di elettricità; e trovando, che caricata con essi l'istessa boccetta con tale o tal numero di toccamenti mi fa dare tanti o tanti gradi di elettricità all'istesso condensatore, calcolo, che questa era tante volte più picciola nel piattello, quanto porta il numero de' detti toccamenti diviso per 3.

Così dunque se i toccamenti con cui venne caricata la boccetta sieno stati 90, ed essa faccia dare al solito condensatore 5 gradi di elettricità (che troppo forte per avventura per essere misurata dall'elettroscopio a fogliette d'oro, sarà meglio misurare con quello a paglie) ne dedurrò, che il piattello sortiva dal combaciamento suo coll'altro piano metallico con una elettricità circa 30 volte men forte, cioè di $^1/_6$ di grado. Ciò vuolsi intendere una volta per l'altra, come già accennai, ossia per adequato; giacchè per il combaciamento, e per il distacco, che non riescono tutte le volte egualmente bene, avviene che sorta il medesimo piattello or con più, or con meno di detta forza di elettricità.

§ CIV. La supposizione (§ prec.) che vi vogliano 6, 9, ec. toccamenti del

Digitized by Google

piattello a caricare la boccetta tanto, che possa portare nel condensatore un'elettricità del doppio, del triplo, ec. più forte di quella che potrebbe mostrare da sè solo esso piattello, s'accosta molto ai risultati delle sperienze che fo' con piattelli di circa 3 lin. di diametro, con boccette assai piccole, cioè di 5 pollici quadrati di armatura, poco più, poco meno, e con un condensatore fatto d'un piattello eguale ai suddetti, o alquanto più grande, e di un pezzo d'incerato, a cui questo si adatti nel miglior modo. È facile intendere, che cambiate notabilmente tali dimensioni, quali ho trovato dopo varj tentativi essere all'incirca le migliori, il calcolo da farsi non è più lo stesso; principalmente se la boccetta abbia una molto maggiore capacità, ci vanno allora a duplicare l'elettricità ben più di 6 toccamenti, cioè 8, 10, ec.

Ce ne vanno dipiù anche se boccetta e condensatore non sono in buon ordine, o non si facciano le sperienze con tutte le richieste attenzioni: e però in uno stato mezzano di cose io credo di accostarmi più al vero e al giusto, valutando l'elettricità originaria del piattello (voglio dire quella, che acquista nel combaciamento, e porta seco nel distacco) per adequato tante volte minore di quella che dispiega il condensatore elettrizzato dalla boccetta, quanto è il numero dei toccamenti, con cui venne questa caricata, diviso per 4 anzichè per 3. Così per es. se colla carica di 80 toccamenti ottengasi 2 soli gradi di elettricità (perchè i due metalli combaciantisi non sieno molto differenti, o perchè il mutuo contatto, od affacciamento non sia gran fatto esteso), dividendo tal numero 80 per 4, e per il quoziente 20 dividendo que' due gradi ottenuti, si avrà eguale a $^1/_{10}$ di grado l'elettricità originaria del piattello, cioè quella che per adequato, ossia una volta per l'altra portò seco staccandosi dall'altro metallo.

§ CV. Quando l'elettricità prodotta dal mutuo toccamento di due metalli, o poco diversi tra loro, o affacciantisi per pochi punti, non arrivasse, o appena a $^1/_{50}$ di grado, la si potrà ancora colla descritta manipolazione, e rendere sensibile, e valutare presso a poco per quella che è; al certo meglio che esplorandola col *duplicatore*, il quale ho mostrato nella lettera precedente (vegg. singolarmente la nota al § LX) come facilmente vada soggetto ad incertezze ed anomalie. A quest'effetto basterà caricare la boccetta con 100 alternati toccamenti del piattello, che si vuol esplorare: con che arriveremo a poter ingrandire, mediante il condensatore, tale elettricità ben 25 volte (§ prec.), e ad ottener quindi $^1/_2$ grado; il qual $^1/_2$ gr. è sensibile abbastanza all'elettroscopio di BENNET, cagionando ne' suoi pendolini la divergenza di una buona linea (§ XCII).

§ CVI. Gli è così, che può farsi senza del *duplicatore*, valendosi del semplice mio *condensatore* (come ho detto da principio) in quasi tutte le sperienze di questo genere: massime servendoci per condensatore del guanto d'incerato, il quale, introdottavi la mano, si applichi immediatamente, e con discreta pressione ad un piattello sufficientemente largo avvitato in testa all'elettro-

Digitized by Google

metro, e a questo piattello s'infonde direttamente l'elettricità della boccetta, ec.; col quale condensatore, reso così più semplice, e più comodo, che ho già altrove descritto (*), e ricordato pure nella presente lettera (§ XCIV), ottengo assai più, che con un altro qualsiasi. Solamente dunque quando neppure con 100 nè con 150 toccamenti fatti per caricare la boccetta, e col miglior *condensatore* posso rendere sensibile l'elettricità, che acquista un metallo toccandone un altro, o pochissimo diverso, o con presentargli affatto piccola superficie, è necessario ricorrere al *duplicatore*, il quale può dar segni anche di un'elettricità minore di $^1/_{100}$ di grado, come si è veduto nella lettera precedente.

§ CVII. Non fa bisogno di molta spiegazione per intendersi, che acciò il piattello isolato possa cogli alternati suoi toccamenti andar caricando la boccetta, dee poter acquistare nuova elettricità ad ogni volta che si applica all'altro piatto di diverso metallo; e che perciò dee quest'ultimo non essere altrimenti isolato; ma comunicare col suolo, come ho già prescritto (§ CII), o con altro capace recipiente, come vado a mostrare; onde rimettersi in equilibrio in tutto o in gran parte, ricuperare cioè il fluido elettrico perso, o dismettere l'acquistato, secondo la natura sua, e del primo, qualunque volta ne vien separato, e abilitarsi così a dar a quello nuovo fluido, o a riceverne, quando di nuovo tornerà a combaciarlo.

§ CVIII. Ora un recipiente abbastanza capace all'uopo può essere un'altra boccetta di LEYDEN, ancorchè avente pochi pollici di armatura; sebbene non lo sia quanto l'ampio ricettacolo della terra. Isolato dunque anche il piatto inferiore, il quale sia presso a poco della medesima grandezza del superiore, sopra un piede, o colonnetta di vetro incrostata di ceralacca, o altrimenti, lo si faccia comunicare all'uncino, ossia all'interna armatura di una tal boccetta, che coll'esterna comunichi col suolo: così disposte le cose si applichi a questo, che riman fisso, l'altro piattello volante, e si stacchi a riprese colle solite attenzioni, e si porti ogni volta che si stacca a toccare all'altra boccetta, che tiensi in mano, come nelle sperienze precedenti. Con ciò verrannosi a caricare ambedue le boccette l'una in senso contrario all'altra; e potrà ciascuna dopo non molti di tai toccamenti, col solito ajuto del condensatore (massime del condensatore a guanto sopra indicato (§ XCIV e CVI), far comparire nell'elettrometro segni abbastanza forti dell'elettricità contratta dal rispettivo piattello; cioè se sieno per es. di ottone l'uno, l'altro di stagno, la boccetta che comunicò col primo darà, ossia farà dare al condensatore segni di elettricità negativa, l'altra che comunicò col secondo segni di elettricità positiva.

§ CIX. È quasi inutile il dire, che può, se si vuole, caricarsi la sola boccetta

(*) Nelle mie *lettere sulla Meteorologia elettrica* pubblicate nella *Biblioteca Fisica di Europa* del Prof. BRUGNATELLI.

Digitized by Google

che comunica col piatto inferiore, ove cioè con toccamenti opportuni spoglisi di elettricità il piatto superiore ogni volta che siasi staccato da quell'altro. Insomma evvi una manovra per caricare una boccetta al piattello superiore, una per caricarla in senso contrario al piattello inferiore, ed una finalmente per caricare due boccette alla volta, una sopra, l'altra sotto. Queste manovre stimo di averle descritte abbastanza per non dovermi più trattenere intorno a ciò. Intanto però non debbo tralasciar di dire (terminando questa lunga lettera), che la sperienza delle due boccette caricate a un tempo è piaciuta sopra tutte le altre a quante persone intelligenti l'ho mostrata, ed è invero non meno curiosa che istruttiva.

§ CX. Ad altre persone istrutte pur anco fanno più colpo le sperienze, in cui si ottengano assai forti i segni di elettricità, in cui gli elettrometri segnino molti gradi, i loro pendolini cioè s'aprano a grande angolo, e vadano perfino a battere contro le pareti della boccia, che li rinchiude. Or io ho come soddisfare anche questi curiosi attenendomi sempre allo stesso genere di sperienze, intorno cioè all'elettricità eccitata con soli toccamenti metallici, elettricità, che è in certo modo di mia giurisdizione, e che non mi si contrasterà più di poter chiamare *elettricità metallica*: ho, dico, come soddisfare anche costoro, che domandano segni vigorosi di elettricità, domandassero anche la scintilla. E' basta ch'io scelga per caricare una o due boccettine ne' modi indicati, meglio però una sola, un piattello d'argento, ed uno di stagno, o meglio di zinco, piuttosto grandicelli e ben tirati; che la carichi osservando le debite attenzioni con un buon numero dei soliti toccamenti alternati, cioè 60, 80, 100; e che la porti così caricata a toccare lo scudo di un ottimo condensatore; alzato immantinenti questo scudo, ed esplorato, ecco che vibra una scintilletta, o almeno fa divergere i pendolini di un elettrometro a boccia 6, 8, o più linee.

Digitized by Google

Digitized by Google

Univ. of California
Digitized by Google

UNIV. OF
CALIFORNIA

Digitized by Google

XVIII (D).

FRAMMENTI

DI APPUNTI E RISULTATI

DI ESPERIENZE SULLA FORZA ELETTROMOTRICE

DI CONTATTO FATTE SPECIALMENTE CON PIATTELLI.

1797-1799.

FONTI.

STAMPATE.

MANOSCRITTE.

Cart. Volt.: **J 30; J 45; J 48.**

OSSERVAZIONI.

TITOLO

DATA: dai Mns. citati.

J 30 è un Mns. costituito da vari fogli contenenti conclusioni tratte dalle esperienze, con alcuni brani ripetuti ed altri aventi carattere di Memoria. Se ne pubblica la parte che si è potuta ordinare.

J 45 e J 48 sono Mns. costituiti da molti fogli contenenti tabelle di esperienze, con-

Digitized by Google

teggi e risultati numerici, con qualche appunto illustrativo e qualche data (1797, e 1798).

Tabelle analoghe di esperienze con varie osservazioni sono contenute nei Mns. J 53, I 40, H 31. Tali esperienze sono distribuite in un lungo periodo di tempo che può anche oltrepassare le date scritte dal V. Il V. accenna a queste esperienze, e alla sua intenzione di pubblicarle, nella nota che trovasi presso la fine della II Lettera al Gren, nella quale sono già compendiate parecchie conclusioni. Si noti che il Gren morì il 26 novembre 1798 e che alla fine del 1799 il V. giunse all'invenzione della Pila.

Si osserva che in tutti questi Mns. non si trova traccia dell'impiego del Moltiplicatore e che già nella 2ª lettera all'Aldini (1798) il V. accennava alla sfiducia che gli inspirava la spesso illusoria amplificazione dei fenomeni presentati da quell'apparecchio.

Digitized by Google

1° FRAMMENTO: da J 30.

....., cosa ella è affatto inaspettata, che tali due conduttori strofinandosi insieme eccitano non debolissima elettricità; e più sorprendente poi, che il facciano anche senza strofinamento notabile, mercè di una semplice e dolce pressione, e fino col puro combaciarsi leggermente. Or questo e molte altre cose mi hanno insegnato le sperienze che ho fatte in gran numero con diversi piattelli tanto metallici che non metallici, ma pur conduttori più o men buoni, applicandoli a diversi altri conduttori, ed anche applicando un contro l'altro due piattelli ambi di metallo di differente specie però, e impiegando con questi e con quelli ora stropicciamento più o men forte, ora percossa più o meno gagliarda, semplice pressione, maggiore o minore, ed ora niuna, almeno notabile.

Mi hanno mostrato cioè

a) che un piattello metallico retto con un manico isolante, e portato ad un acconcio combaciamento della mia nuda fronte, del collo, del petto, della coscia, o di qualsisia altra parte nuda del corpo, che non sia per sudore, od altrimenti bagnata, e indi staccato, trovasi sempre aver contratta qualche elettricità, e per loppiù tanto da darne segno a dirittura non che al sensibilissimo Elettrometro di BENNET a listerelle di foglia d'oro, ma sibbene al mio a paglie, facendole divergere due, tre, quattro, o più linee ancora.

b) Che l'elettricità così acquistata dal piattello è positiva, o negativa, e più o meno forte, secondo la specie del metallo, e secondo che esso si applicò al combaciamento con leggiera o forte pressione, con percosse più o meno gagliarde, o con istrofinamento.

c) Che collo strofinamento, ed anche colle percosse l'elettricità del piattello è per loppiù positiva, e forte molto, massime facendosi contro la fronte asciutta: colla pressione è mediocremente forte, ora positiva ora negativa, secondo la natura del metallo, la forza di essa pressione, ed altre circostanze: colla semplice leggier applicazione, un'elettricità sempre debole e talor debolissima (sensibile però ancora all'Elettrometro), e per loppiù negativa.

d) Finalmente che fra i metalli, che affettano l'Elettricità positiva, è lo Stagno, e massime il Zinco; fra quelli che affettano piuttosto la negativa l'Oro e l'Argento: tenendo un mezzo il Rame, il Ferro.

Digitized by Google

Or neppure in queste sperienze vi è cosa, che indichi elettricità animale di sorta; giacchè i medesimi fenomeni si presentano cogli stessi piattelli metallici applicati nell'istesse maniere, cioè o con semplice combaciamento, o con pressione o con percossa, o con istropicciamento a' tutt'altri corpi che animali viventi, applicati, massime a conduttori imperfetti, come a mattoni, marmi, ed altre pietre, ossi, legni, cuoi, panni, tele, pergamene, carte ec. piuttosto umidi che secchi, non però a segno di bagnare il piattello metallico con cui vengono in contatto, poichè in caso ch'esso piattello sorta bagnato da tale contatto non darà alcun segno di elettricità. Così è: portando il piattello metallico a congruo combaciamento, ma senza notabile pressione dell'uno o dell'altro di tali conduttori, ch'io chiamo conduttori umidi, o di 2ª classe, per distinguerli da' conduttori metallici (o più generalmente conduttori secchi, onde comprendervi il carbone e la piombaggine, la grafite), e staccandolo a dovere mi si mostra alcun poco elettrizzato, e sì in meno, qualora il conduttore che combaciò trovasi abbondantemente e quasi di soverchio umido; se cotal conduttore trovasi umido così così o scarsamente, diventa il piattello elettrizzato d'ordinario più sensibilmente; e con elettricità or positiva or negativa secondo la specie, sì del metallo, che dell'altro corpo combaciatisi, ma più sovente *in meno*. A misura poi che adopro o pressione, o percossa, o stropicciamento, contro tali conduttori scarsamente umidi, l'elettricità che acquista il piattello metallico è mano mano più forte, e inclina alla specie positiva, singolarmente nello stagno, e più ancora nello zinco, conforme ai risultati delle altre sperienze co' piattelli applicati alla fronte, ed altre parti nude del corpo (Pr. *c* e *d*).

Dico contro tali *conduttori scarsamente umidi*, perchè se lo sono abbondantemente, a segno quasi di bagnare il piattello metallico che viene a combaciarli, questo ne sortirà sempre con elettricità debolissima, e sempre della specie negativa come ho già fatto osservare, e ciò di qualunque metallo sia esso piattello, di qualunque sorte il corpo umido combaciato, e qualunque sia stato il combaciamento, ec.; cosicchè contro codesti corpi umidi abbastanza per riuscire assai buoni conduttori, la pressione, le percosse, lo stropicciamento del piattello metallico non fanno guari dippiù, non eccitano cioè nè diversa, nè più forte elettricità di quello faccia il semplice combaciamento, ossia leggiera applicazione. Al contrario evvi una diversità grande, se i medesimi corpi, siano meno umidi, e quindi meno deferenti, diversità tanto più grande quanto più s'accostano ad esser coibenti, finchè, riusciti veramente tali o almeno più coibenti, che deferenti, essa è grandissima, per ciò singolarmente che riguarda la forza dell'elettricità, la quale dal comparir minima o nulla colla semplice leggier applicazione, $\begin{matrix}\text{sorge}\\ \text{diviene}\end{matrix}$ già discretamente forte colla pressione, assai più colle percosse, e fortissima finalmente diventa collo stropicciamento. Così ella è affatto nulla applicando leggermente il piattello metallico ad una lastra

Digitized by Google

di solfo, di resina, di vetro ben asciutto o ad altro coibente perfetto; debole, mediocre, forte, fortissima, impiegandovi più o men di pressione, percosse, stropicciamento.

= = Ed eccoci così arrivati per gradi a quest'ultima maniera di eccitare l'elettricità che è poi la comune già da tanto tempo conosciuta, quella che s'adopra nelle ordinarie macchine elettriche, ec. Intanto giova avere per tal modo generalizzato il principio dell'originario eccitamento dell'Elettricità, col mostrare, che la forza propriamente sta nel semplice combaciamento, ossia contatto di due corpi dissimili, bastando ciò a smovere il fluido elettrico, ad accumularlo in uno a spese dell'altro, a far sorgere vera Elettricità, e niente essendovi bisogno nè di stropicciamento qualsiasi, nè di percosse, nè di pressione, ove non abbiavi impedimento di coibenza nell'uno o nell'altro corpo; che allor solo che qualche impedimento o resistenza incontrasi, ed in ragione che questa è maggiore, divengono quegli ajuti necessarj, fra i quali il più efficace si è lo strofinamento.

La tendenza dunque del fluido elettrico a passare da un corpo nell'altro ha luogo, e si esercita dovunque vengono a contatto due fra loro diversi, ossia nasce e risulta da tal contatto medesimo (per qual ragione, e in qual modo, non saprei dire ancora, ma è un fatto generale, una legge che credo avere abbastanza stabilita colle sperienze). Ove pertanto nulla osti, come nel contatto di due metalli, od altri buoni conduttori, il fluido passa effettivamente con piena libertà; e in quantità corrispondente a tale tendenza, ed è inutile affatto qualunque pressione, o stropicciamento; ove all'incontro ad un tal passaggio oppongasi qualche coibenza maggiore o minor d'uno dei corpi, o d'ambedue, la pressione, la percossa, e massime lo stropicciamento sono più o men validi ajuti a vincere tale resistenza o difficoltà; e in tanto lo sono, secondo io penso, in quanto rendono per avventura la superficie coibente, in que' punti che soffrono detto stropicciamento o pressione, e per que' momenti che la soffrono, non più coibente, ma più o meno deferente, ossia permeabile al fluido elettrico: la rendono tale, mercè l'agitazione indotta nelle minime parti, la mutata lor posizione, od altri forzosi momentanei cambiamenti; in quella guisa, che anche un forte calore rende permeabile all'istesso fluido elettrico, e buon conduttore il vetro ed altri corpi di lor natura affatto coibenti.

Lasciando ora la classe de' conduttori umidi, tutti imperfetti, e tanto più imperfetti appunto quanto meno contengono di umore, e venendo alle sperienze coi soli conduttori perfetti quali sono i metallici, col cimentare questi fra loro, basterà il dire che i risultati sono analoghi agli altri già descritti, cioè: che combaciandosi due piattelli, purchè siano di metallo diverso, sortono dal combaciamento elettrizzati, od ambedue, uno cioè positivamente, l'altro negativamente, se ambedue tengansi isolati, o quello solo che tiensi isolato, se l'altro comunica col suolo; nel qual caso l'elettricità del primo

Digitized by Google

è del doppio più forte: e che la sola leggier applicazione, che li porti a un congruo combaciamento, fa tanto quanto una pressione o stropicciamento qualunque.

Quale poi sia il metallo, che in ciascuno di tali cimenti si elettrizza *in più*, e quale *in meno*, si indovina facilmente dalla già osservata indole ossia tendenza di ciascuno, dall'affettare questo o quel metallo piuttosto l'una che l'altra elettricità eziandio cimentato co' conduttori più o meno imperfetti. Ora abbiam veduto, che lo stagno, e il zinco soprattutti affettano l'El. positiva; l'argento la negativa, il rame e il ferro tengono un di mezzo: ebbene lo stesso ci mostrano cimentati fra loro, cioè collocati i già detti, ed altri nel seguente ordine: zinco, stagno....., ferro, rame, ottone, argento, manganese, gl'inferiori danno ai superiori, e tanto maggiormente quanto scorgonsi in codesta serie più lontani uno dall'altro; cosicchè la più forte elettricità ottiensi pel combaciamento del primo all'ultimo, del zinco coll'argento, e sì positiva in quello, in questo negativa; una forte ancora cimentando lo stesso argento collo stagno; mediocre con argento e ferro o con ferro e zinco; debole con ferro e stagno; debolissima con argento e ottone, con ferro e rame, con piombo e stagno.

Chiamando fortissima l'elettricità che acquistano un piattello di zinco ed uno d'argento addotti a congruo combaciamento, ed indi staccati perpendicolarmente e ad un tratto (*), non voglio già dire che giunga a dar scintilla, o ad innalzare di molti gradi un comune Elettrometro; ma bene, che è valevole a movere quello di BENNET, e sì a farne divergere i pendolini di foglietta d'oro, qualche linea. Or questo è già molto, se si considera, essere i piattelli cimentati ambedue conduttori tanto perfetti, che difficilmente può comprendersi, come comunicando uno col suolo, sussista un'elettricità sensibile nell'altro senza essere da quello portata via mentre lo tocca, od essendo isolati ambedue, sussistano le due elettricità contrarie ne' rispettivi piattelli contigui senza distruggersi. Convien dunque dire, che la forza, che si dispiega nel contatto, e per cui l'un metallo tende a cacciare e caccia effettivamente nell'altro del fluido elettrico non sia tanto picciola, e sia continua, permanente finchè dura esso contatto, se, cacciato che lo ha, se lo tiene questo fluido fino a quel segno condensato, e non gli permette di dar addietro. Ed è poi molto ancora in paragone non solo della più debole elettricità che viene mossa dal combaciamento di altri metalli meno dissimili fra loro, ossia meno distanti nell'indicata serie (Pr. prec.), ma di quella pure, che si eccita dal combaciamento di un piattello

(*) Non è qui il luogo di spiegare perchè si ricerchi per la miglior riuscita, che siano ben piane le faccie dei piattelli e bene si combacino in tutta la larghezza loro, e che si stacchino senza inclinarle, ec. Ho toccate già altrove le ragioni, che svilupperò meglio in altro scritto.

Digitized by Google

metallico qualunque con un conduttore dell'altra classe molto umido; le quali elettricità, non sono sensibili neppure all'Elettroscopio di BENNET, o appena appena lo sono; onde per riconoscerle e valutarle convien ricorrere al mio Condensatore (che sia eccellente, e ritenga lungamente l'elettricità accumulata nel suo scudo) replicare cioè i combaciamenti 20, 30 o più volte e ad ogni distacco toccare col piattello tale scudo posato, il quale poi levato in alto ed accostato all'Elettrometro lo innalzerà ad alcuni gradi, quand'anche fosse l'elettricità del piattello cimentato minore di un grado, di mezzo, di un quarto ec.

E qui non voglio lasciar di dire, che ricorro volontieri al Condensatore anche per l'elettricità con cui sortono dal mutuo contatto i metalli molto dissimili, avvegnachè possa essere la medesima sensibile a dirittura all'Elettroscopio di BENNET, piacendomi di renderla vieppiù marcata onde meglio esplorarne la specie, e d'innalzarla a più gradi anche del mio Elettrometro a paglie, più maneggevole dell'altro, a maggior soddisfazione dell'occhio mio e de' spettatori.

Finalmente anche col combaciamento di soli conduttori di 2ª classe ossia conduttori umidi, mi è riuscito di eccitare più o men sensibile elettricità, non altrimenti che col combaciamento di soli metalli, o di un metallo con un conduttore umido; purchè i due conduttori portati a mutuo contatto fossero diversi un dall'altro o sostanzialmente, o per qualche accidentale differenza; la quale od eterogeneità o diversità qualsiasi è una condizione assolutamente richiesta per tutte le sperienze di questo genere, per tutte quelle cioè in cui vuolsi che succeda eccitamento di elettricità. Ho messo alla prova varj piattelli di legno nè secchi, nè umidi troppo, applicandoli l'uno all'altro, o a lastre di osso, di marmo e di altre pietre, a mattoni nudi e incrostati di calce, a panni d'ogni stoffa, pergamene, carte, cuoi, ec. anch'essi mediocremente umidi; ed ho ottenuto, sempre o quasi sempre, qualche elettricità; l'ho ottenuta anche col combaciamento di due piattelli dell'istesso legno, o dello stesso cartone, inzuppato avendone uno di acqua semplice e l'altro di latte, di vino, di acqua di calce, di acqua salata, ec. Vero è, che codesta elettricità ottenuta col combaciamento di soli conduttori di 2ª classe, ove sian questi umidi molto, e quasi bagnati, è debolissima;.....[1]

[1] *Qui termina il Mns.* J 30 b. [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

II° FRAMMENTO: da J 45, 48. [1]

1797. 17. *xbre*

		Stagno	Argento	Zinco	
Nella stufa. Temp. gr. 11. Igr. gr. 78. Piattello di legno di Brasile discretamente levigato.	Applic.^{e}	= E — g. 1	= E — g. 1,0	= E — g. 1,0	
	Press.^{e}	= E — g. 2	= E — g. 1,5	= E — g. 0,6	
	Percos.^{e}	= E + g. 4	= E — g. 5.0	= E + g. 6,0	
	Strofin.	= E + g. 5 (*)	= E — g. 5,5	= E — g. 1,0 (***)	
	in costa	= E + g. 1,2 (**)	= E — g. 0,5	= E — g. 2,5	g. 1,5 al traverso; al lungo

(*) Strofinando al traverso delle fibre. Al lungo delle fibre del legno E — gr. 1,3. dopo però aver adoperato l'argento E + anche al lungo delle fibre.

(**) Al traverso delle fibre: al lungo E + gr. 0,8.

(***) Fregato il legno contro carta ruvida, che porta via ogni macchia metallica, l'E — molto più forte collo stropicciamento, e l'E + colla percossa come prima.

Term. gr. 11. Igr. 78. Incerato nero adoperato a forma di guanto ed anche sciolto.

	Argento	Zinco	Stagno	Ottone
Applic.^{e}	E — g. $^1/_2$	= E + g. 0,5	= E — g. $^3/_4$	= E — g. $^1/_2$
Press.^{e}	E — g. 2	= E + g. 1,5	= E — g. 2	= E — g. $2^1/_2$
Percos.^{e}	E + g. $1^1/_2$	= E + g. 6,0	= E + g. 1	= E + g. 3
Strofin.	E + g. $2^1/_2$	= E + g. 8,0	= E + g. 2	= E + g. 8

Un altro giorno	Argento		Ferro	Zinco
Term. 10 $^1/_2$. Igr. 80. .	Applic.^{e}	E —	Applic.^{e} E —	E —
Tempo bello e ventoso	Press.^{e}	E —	Press.^{e} E —	E —
da molti giorni . . .	Percos.^{e}	E —	Percos.^{e} E +	E +
	Strofin.	E +	Percos.^{e} E +	E +

[1] *Saggio di una tabella di esperienze.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

		Argento	Stagno	Zinco	Ottone
Pergamena. (T. 7 1/2 lg. 82) dalla parte men liscia ma netta (*)	Applic.e	E — g. 0,	= E — g. 0,	= E — g. 0,	=
	Press.e	E — g. 0,75	= E — g. 0,80	= E — g. 1,0	=
	Percos.e	E — g. 0,75	= E — g. 0,50	= E — g. 0,5	= E — g. 0,5
	Strofin.	E — g. 0,10	= E — g. 1,50	= E + g. 1,25	= E + g. 0,3

(*) Anche col Term. 10. e Igr. 80. lo stesso.

		Argento	Ottone	Stagno	Zinco
Carta sciugante cilestra mediocremente fina.	Applic.e	E—g.0,	=		
	Press.e	E—g.0,75	= E—g.0,75	= E—g.0,5	= E—g.0,5
	Percos.e	E—g.1,0	= E—g.0,75(**)	= E+g.0,5	= E+g.0,75
	Strofin.	E—g.1,25(*)	= E+g.2,5	= E+g.2,75	= E+g.3,0

(*) Poco dopo E 0.
(**) Poco dopo E 0.

Digitized by Google

Digitized by Google

XIX.

MÉMOIRE

SUR

L'ÉLECTRICITÉ EXCITÉE PAR LE CONTACT MUTUEL DES CONDUCTEURS MÊME LES PLUS PARFAITS

DU

CYTOYEN ALEXANDRE VOLTA

MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ R. DE LONDRES ET DE PLUSIEURS AUTRES ACADÉMIES
ET PROFESSEUR DE PHYSIQUE EXPÉRIMENTALE
À L'UNIVERSITÉ DE PAVIE

EN UNE SUITE DE LETTRES AU DOCTEUR VAN MARUM

DE LA SOCIÉTÉ HOLLANDOISE DES SCIENCES,
DIRECTEUR DU CABINET DE TEYLER À HARLEM, ETC.

1796 (*autunno*) — 1797.

Digitized by Google

OSSERVAZIONI.

Questa Memoria, che doveva fare seguito alle lettere scritte al Van Marum nel 1792, era stata promessa dal V. alla Società olandese di scienze di Harlem: « Attendez vous donc à un long memoire en forme de lettres, que j'ai déjà écrit et que je pense à vous envoyer par le moyen de nos Commissaires Français ou par la poste si je ne trouve pas meilleure occasion. J'offre ce Mémoire à la Société Hollandaise dont vous êtes, Monsieur le digne Secretaire, comme un tribut de mon estime, et de ma reconnaissance ». (Lettera al Van Marum 8 ottobre 1796 — Copia in Cart. Volt. E 36 — Bosscha Corr. pag. 107).

In altra lettera (30 giugno 1797; in Cart. Volt. E 39 — Bosscha Corr. pag. 128) allo stesso Van Marum, in risposta alle sollecitazioni di questi (lettera al V. in data: Harlem, 25 maggio 1797, in Cart. Volt. N. 33) il V. scrisse: « Maintenant, que je me crois arrivé à ce terme je n'ai plus qu'à reprendre cet écrit et y mettre la dernière main, ce que je vais faire dans quelques jours. Je ne tarderai donc plus à vous envoyer le Memoire promis, mais de grace ne vous fachez pas, si peut être je l'enverrai en même tems à l'Institut de Paris et si j'ai déjà publié une partie des decouvertes dans un Journal Allemand, le Journal Physique de GREN et dans un Italien, celui du Dr. BRUGNATELLI: il m'a été necessaire de le faire pour prendre date ».

Ed in altra lettera allo stesso Van Marum (26 novembre 1798, Cart. Volt. E 41 — Bosscha Corr. pg. 132), si scusò di non avere soddisfatto alla promessa per avere pubblicato nel Giornale del Gren e nel Giornale del Brugnatelli le tre lettere allo stesso professor Gren (Vedi N. XVII di questo Volume).

Per ordine di tempo e d'argomento seguono immediatamente:

la lettera in data: Como, alli 4 ottobre 1796 al sig. Conte Giulio di Viano, Nizza Monferrato (copia in Cart. Volt. E 38)

la lettera al Van Marum in data: Como, 8 ottobre 1796 (copia in Cart. Volt. E 37, brano di minuta E 36)

la lettera allo stesso Van Marum in data: « a Come, le 30^{me} Juin 1797 » (copia in Cart. Volt. E 39 e brano di minuta in Cart. Volt. J 41) che si pubblicano nell'epistolario.

Digitized by Google

XIX (A).

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
	Cart. Volt.: J 42; **J 43; L 11.**

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da J 42 b.
DATA: da J 42 b.

L 11 è una minuta scritta in italiano e quasi completa, divisa in 60 paragrafi, interrotta al § 61.

J 43 è una minuta scritta in francese non divisa in paragrafi che corrisponde esattamente al contenuto di L 11 dal § 14 al § 49. Il seguito non coincide col contenuto di L 11 e, poichè giunge alla conclusione dell'argomento, si pubblica.

J 42 è una minuta scritta in francese divisa in 2 articoli (I e II) e paragrafi corrispondenti quasi perfettamente a quelli di L 11 fino al XV (vedi Nota al N. XVIII B).

Digitized by Google

Digitized by Google

Pr. 1. Che i Conduttori, singolarmente i metallici, posseggano una virtù o potere, di cui non si avea tenuto per gran tempo neppure sospetto, la facoltà cioè d'incitare e smuovere mercè di un semplice mutuo contatto, sol che sian essi di diversa specie, il fluido elettrico; di farlo passare continuamente dall'uno all'altro, per es. dall'Argento allo Stagno, dallo Stagno all'acqua, da questa all'Argento, che lo rifonde incessantemente nello Stagno, ec.; a dir breve, che non siano semplici conduttori o deferenti come furon sempre tenuti ma veri *eccitatori*, o *motori* di elettricità nelle circostanze indicate; è cosa, ch'io avea creduto già di potere incontrastabilmente stabilire son già quattro anni, sopra un gran numero di prove sperimentali, che ho moltiplicate e variate in mille maniere; ed è poi anche il principio, che mi ha condotto tanto alla spiegazione più semplice e vera delle sperienze sorprendenti di GALVANI, rigettando la da lui pretesa *Elettricità Animale*, quanto a tutte le altre scoperte, che ho saputo a quelle prime aggiungere.

Pr. 2. Io avea cercato nelle lettere che vi scrissi, o Signore, nella state del 1792, e che non so se abbiate rese pubbliche, di rendere meno inconcepibile codesta azione, che i conduttori diversi, soprattutto metallici, esercitano in virtù del loro semplice combaciamento, senza cioè alcuna sorte di stropiccío, o di urto; e di ridurre ciò ai medesimi principj e leggi dell'elettricità eccitata col mezzo dello sfregamento, percossa, o pressione di certi altri corpi, parimenti di diversa specie; indicando che più verisimilmente la rottura dell'equilibrio nel fluido elettrico, il trasporto del medesimo da uno in altro corpo diverso, se non in tutta la sostanza o interiormente, nella superficie in cui siegue il contatto, era non ch'altro l'effetto delle forze mutue di attrazioni o ripulsioni, messe per qualche maniera in giuoco da siffatti combaciamenti; che lo sfregamento, la pressione, ec. in tanto solo riuscivano mezzi più efficaci, in quanto che portavano un combaciamento più perfetto, più serrato, più intimo per così dire, e molto più esteso, cioè di un più gran numero di punti, ec.. Scorgeva io fin d'allora, e ho potuto vedere più chiaramente in seguito, che prendendo la cosa sotto questo aspetto si viene a spiegare egualmente, tanto la produzione dell'elettricità per forza dello stropicciamento dei così detti *idioelettrici*, ossia di due corpi diversi fra loro, di cui uno almeno sia isolante, o

Digitized by Google

vogliam dire coibente, elettricità conosciuta già da lungo tempo; quanto l'eccitamento dell'altra, nuovamente scoperta, per virtù di un semplice combaciamento di due corpi ambi conduttori, e sì de'più perfetti, diversi però anch'essi tra loro, almeno nelle superficie che si toccano, la diversità delle superficie combaciantisi essendo la condizione essenziale.

Pr. 3. La prima, e la più nota, come dissi, di tali Elettricità consiste nel trasporto e accumulazione di una dose più o meno grande di fluido elettrico nell'uno dei due corpi stropicciantisi a spese dell'altro (nel vetro p. e. a spese della mano, del panno, del cuojo, o dell'amalgama impiegati a stropicciarlo: nella mano, nella carta stropicciante a spese dello solfo: in un nastro di seta bianca a spese di un nero, ec.): consiste in una condensazione, o rarefazione di detto fluido nella superficie ossia punti confricati dell'idioelettrico, condensazione, o rarefazione cagionata da esso sfregamento; il quale, secondo ch'io penso, ed ho già insinuato, non opera che in virtù del contatto da lui promosso e perfezionato: condensazione o rarefazione che si ferma e limita a detti punti superficiali la coibenza del corpo, la sua impermeabilità al fluido elettrico non permettendo che si estenda, o passi più addentro.

Pr. 4. La seconda, quella che da qualche anno solamente abbiam cominciato a conoscere, differisce da siffatta elettricità locale, e in certo modo *stagnante*, pel movimento libero e continuo che riceve il fluido elettrico: consiste però anch'essa in un trasporto di questo fluido da un corpo all'altro, cagionato da un'azione affatto simile, che nasce cioè dal mutuo contatto di corpi fra loro diversi; ma questo trasporto non termina già alle superficie. Qui i corpi, che si combaciano essendo tutti conduttori presso a poco perfetti, che è quanto dire permeabilissimi al fluido elettrico, avviene che codesto fluido incitato dall'azione che sorge e si esercita ne' punti di contatto, come riteniamo, spinto, dico, sollecitato da una forza qualsiasi, non si fermi e limiti alla superficie di alcun d'essi; ma passi oltre, e si avanzi senza ritegno, e percorra tutta la strada conduttrice.

Pr. 5. Supponiamo per es. che la mano si applichi alla superficie del vetro, e lo strofini; e non consideriamo (come vogl'io) questo strofinamento, che come il mezzo di un migliore e più esatto combaciamento, di un contatto più ampio e più perfetto. Questo combaciamento mettendo in qualche maniera in giuoco le forze mutue o suscitando un'azione qualsiasi, spingerà il fluido elettrico con una certa forza contro la superficie coibente del vetro, tanto che vi si accumulerà esso fluido fino a un certo segno, e resterà aderente ad essa superficie in ragione della più o meno grande coibenza della medesima; e in ragione parimenti di questa coibenza, inerzia, o tenacità che voglia dirsi, conserverà poi detta superficie del vetro l'elettricità acquistata *di eccesso*, o *in più*, la conserverà, dico, cessato anche lo stropicciamento e ne darà segni più o men forti per un tempo più o men lungo. Così pure se la mano si applichi ad un bastone di ce-

Digitized by Google

ralacca, e lo venga a stropicciare o a comprimere, le forze mutue messe in giuoco, o quella qualunque azione che sorge da questo combaciamento assai perfetto, determinerà il fluido elettrico a passare dalla superficie stropicciata o compressa della cera nella mano; e tale superficie resa scarseggiante, non potendo essere così tosto soccorsa col fluido del restante del corpo, per essere questo di natura coibente, darà indi per lungo tempo dei segni di elettricità *negativa*, ossia *in meno*.

Pr. 6. Lasciando ora da parte stare i coibenti di qualsisia specie, si applichi la mano a una lamina d'Argento, oppure si faccia, che questo sia toccato da un pezzo di Stagno, o infine che dei buoni conduttori qualunque sieno, purchè di specie diversa tra loro, vengano a un mutuo contatto, od anche si strofinino: questo contatto farà nascere la solita azione che per principio generale sorge per ogni combaciamento di corpi diversi, e determinerà similmente un trasporto di fluido elettrico dall'uno all'altro di tali conduttori combaciantisi, e tanto più facilmente, come sembra, quantochè niun d'essi è *coibente*, niuna delle superficie che si toccano oppone, nè può opporre resistenza sensibile a codesto trasporto o trasfusione di fluido elettrico. Egli è verosimilmente per questa ragione della niuna o quasi niuna resistenza di siffatti corpi, che un semplice leggier contatto, anche in pochi punti, basta ad effettuare l'indicato movimento e trasporto di fluido elettrico; laddove nelle altre sperienze, in cui una od ambedue le superficie strofinantisi sono coibenti (Pr. 3. e 5.) vi vuole qualche stropicciamento, percossa o almen pressione, che adduca più punti ad un più stretto contatto e ampio combaciamento per dar maggior giuoco all'azione che nasce appunto dai contatti e vincere con ciò cotal inerzia e resistenza per strappare dalla superficie coibente porzion di fluido. Ma per ciò medesimo che non vi è inerzia o coibenza sensibile nelle superficie o punti combaciantisi degli ottimi conduttori, alcun notabile impedimento al moto del fluido elettrico, che lo possa trattenere, non potrà questo neppur venire nè accumulato, nè diradato notabilmente nell'una o nell'altra di dette superficie; le quali per conseguenza non daranno alcun segno sensibile di elettricità dopo tale combaciamento o stropicciamento, che abbiano sofferto.

Pr. 7. Ecco perchè si è dovuto credere che lo sfregamento dei conduttori fra loro, almeno dei più perfetti (giacchè i conduttori molto cattivi, che partecipano della natura degli isolanti, non si comportano nè come gl'isolanti o coibenti assoluti, nè tutt'affatto come i buoni conduttori; ma in una maniera di mezzo), non producesse alcuna elettricità. Così è: questo stropicciamento di semplici conduttori che non hanno neppur un grado di coibenza, che sono affatto permeabili al fluido elettrico, non produce no Elettricità aderente e durevole, che possa manifestarsi, finito lo sfregamento, coi segni ordinarj; ma ben ne produce una, se il circolo conduttore sia compito pel tempo ch'esso stropicciamento dura, e per questo tempo solamente: un'elettricità, che consiste in

Digitized by Google

una corrente di fluido seguita e in giro nell'interno di detti conduttori, la quale non producendo nè eccesso, nè difetto, nè in alcuno d'essi condensazione, nè rarefazione, o in alcuna delle loro parti, non dà neppure segni all'esterno.

Pr. 8. Abbiamo l'esempio di una simile elettricità scorrente per entro a conduttori, senza che nulla ne compaja al di fuori, senza che gli Elettroscopj applicati esteriormente ne diano alcun segno, allorchè si fa comunicare il primo Conduttore della Macchina elettrica ad altri conduttori egualmente buoni senza fine, ossia tali [che], [1] anzichè trovarsi isolati, comunichino senza alcuna interruzione col suolo umido. Ecco allora, che per tutto il tempo, che si fa giuocare la Macchina, il fluido elettrico scorre, diciam così, a pien canale per tutta la lunghezza e serie di detti conduttori; i quali con tutto ciò non danno alcun segno elettroscopico.

Pr. 9. Gli è vero, che questi segni non mancheranno di comparire ben tosto nel primo conduttore della Macchina, ove egli venga disgiunto dagli altri in modo, che resti isolato, e si continui intanto il giuoco di essa Macchina; che l'Elettricità manifesterassi e coi movimenti degl'Elettrometri ad esso conduttore applicati, e con scintille ancora al luogo dell'interruzione, se l'intervallo non è troppo grande; laddove nulla di ciò succede nelle altre sperienze, in cui sostengo, che una simile corrente elettrica viene eccitata e mantenuta dallo stropicciamento, o dal semplice contatto di conduttori perfetti o quasi perfetti, quando sian essi di diversa specie, e quando il circolo deferente sia compito: è vero, dico, che non succede quì, come sembra che pur avrebbe a succedere, cioè che interrompendo il circolo, la qual cosa deve arrestare la detta corrente, compajano, se non delle scintille, almeno qualche [2] segni di elettricità all'Elettroscopio. Ma è facile di rispondere che, se l'azione, che si dispiega nel contatto mutuo dei conduttori differenti può eccitare e mantenere una corrente di fluido elettrico, allorquando il circolo essendo compito, e in tutte le parti continuo, verun ostacolo sensibile vi si oppone; ella non è però abbastanza forte per vincere quella resistenza che nasce da un'interruzione qualunque dei conduttori; ella non spinge con abbastanza vigore il fluido elettrico per fargli superare con un salto il più piccolo intervallo, nè per tenerlo sensibilmente condensato in uno de' detti corpi, e rispettivamente rarefatto nell'altro: senza di che, cioè senza una *tensione* elettrica di una certa forza non vi può essere alcun movimento negli ordinari Elettroscopj in qualsivoglia maniera applicati, e molto meno scintilla alcuna nelle interruzioni.

Pr. 10. Si può ancora supporre (e questa supposizione soddisfa meglio a tanti fenomeni) che l'azione risultante dal combaciamento di tali conduttori avrebbe per sè stessa una forza sufficiente da produrre cotal condensazione e

[1] *Parola evidentemente omessa dal V.* [*Nota della Comm.*]

[2] *Così nel Mns.* [*Nota della Comm.*]

Digitized by Google

rarefazione rispettiva di fluido elettrico, in un grado anche considerabile, o almen mediocre; ma che questo fluido condensato, tendendo a rifluire per rimettersi in equilibrio, rifluisca infatti, se non per i medesimi punti di contatto ove si esercita la forza che lo incalza, per i punti confinanti d'attorno, che sono lì lì a combaciare, cioè al tocco non tocco [1]; i quali punti fuori del contatto facendo unicamente l'officio di conduttori non possono lasciar sussistere delle dette condensazioni e rarefazioni rispettive, delle dette tensioni elettriche che pochissimo; tanto poco, che l'Elettroscopio il più sensibile non può darne alcun segno.

Pr. 11. Un simile ritorno del fluido elettrico ha luogo e si cade sott'occhio, allorchè si elettrizza per istropicciamento qualche *coibente*. Sia questo per es. un nastro di seta teso, ben asciutto, sul quale si scorra comprimendolo con un dito o con un cilindro di metallo: vedrannosi comparire delle striscie di luce elettrica ai confini dello sfregamento, ne' punti ove non vi è più contatto, ma una grande prossimità delle due superficie: luce proveniente dal fluido elettrico accumulato, in virtù dello sfregamento sulla seta, e che ritorna per un eccesso di *tensione* dalla medesima al dito o al cilindro di metallo. Lo stesso accade, in più bella maniera, con far giuocare una buona Macchina elettrica: il fluido rifluisce visibilmente e in abbondanza dai punti del vetro che sortono dallo stropicciamento, rifluisce nei cuscinetti.

Pr. 12. È facile per altro di comprendere, che non è già tutta la quantità di fluido elettrico aggiunta, che si ritorce indietro; ma solamente quella, che eccede il grado di *tensione* comportabile, cioè a dire corrispondente alla forza coercitiva della seta, del vetro, ec. Or questa forza essendo considerabile in questi corpi isolanti, la quantità di fluido che vi resta accumulata (e così la mancanza in quelli che si elettrizzano per lo stropicciamento *in meno*, come il solfo ec.), è dessa pur considerabile. Al contrario la coibenza, ossia forza coercente essendo se non nulla (il che non può dirsi a rigore, come vedremo) pressochè nulla nei metalli, conosciuti altronde ottimi per conduttori, la *tensione* elettrica sussistente, l'eccesso o il difetto di fluido indotto dall'azion potente del contatto, che può mantenersi senza riversarsi, che si mantiene nei punti fuori sibbene del contatto, ma ad esso prossimi, è picciolissima cosa, come ho già detto (Pr. 10).

Pr. 13. Questo poco però non è lo stesso che niente, egli è pur qualche cosa; ed io andava pensando già da gran tempo, che si potrebbe forse rendere sensibile mediante qualche artificio. Or dunque ho il piacere di annunciarvi, mio Signore, che alla fine vi son giunto. Egli è coll'ajuto del mio *Condensatore d'Elettricità* disposto in una certa maniera, e molto meglio del *Duplicatore* a molinello di NICHOLSON, descritto nelle Transazioni Filosofiche di Londra

[1] *Così nel Mns., nel quale si legge anche la seguente frase cancellata:* che sono lì lì ove finisce il vero contatto. [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

per l'anno 1788, Vol. 78, che ho portato la cosa a questo termine, a quest'ultimo grado di evidenza.

M'affretto a farvi parte dei risultati che con mia gran soddisfazione ho ottenuti dalle sperienze, che da gran tempo io aveva progettate, e che non ho potuto effettuare se non in questi ultimi giorni.

Pr. 14. Sper. 1ª. I tre dischi del Duplicatore essendo di ottone, prendo due verghe, una d'Argento, l'altra di Stagno; e applico la prima al disco mobile, l'altra ad uno dei dischi fissi, intanto che ambedue tali verghe stanno appoggiate sopra il tavolo, o meglio sopra un cartone bagnato, o altro deferente umido, insomma comunicano per mezzo di uno o più conduttori di 2ª classe. Dopo aver lasciato l'apparecchio in questo stato alcune ore, tolgo via le due verghe, e metto la macchina in giuoco: ed ecco che compiti 20, 30, 40 giri (o dippiù se l'aria non è asciutta, o se gl'isolamenti sono in cattivo stato) facendo toccare al disco mobile uno de' miei Elettrometri a paglie sottili vi scorgo de' segni di Elettricità *in più* (+ E), segni marcatissimi, che giungono a 4, 6, 10 gradi, e più ancora; facendolo toccare all'opposito ad uno de' dischi fissi ho parimenti dei segni, ma dell'Elettricità contraria, cioè *in meno* (— E).

Pr. 15. L'Argento ha dunque versato del fluido elettrico nel disco di ottone, cui stette in contatto tutto l'indicato tempo; e lo Stagno ne ha bevuto dall'altro disco similmente di ottone, durante il combaciamento suo con lui. Ciò viene confermato dall'esperienza seguente, che è un vero *Experimentum crucis*.

Pr. 16. Sper. 2ª. Inverto l'esperienza in guisa che l'Argento combaci ora uno dei dischi fissi, e lo Stagno all'incontro il disco mobile; e l'Elettricità che ottengo da questo dopo che l'apparecchio è rimasto in tal posizione un tempo conveniente, ella è *negativa* (— E); e corrispondentemente quella dei dischi fissi *positiva* (+ E).

Pr. 17. Sper. 3ª. Applico solamente la verga di Stagno al disco mobile, e lascio i due dischi fissi isolati, oppure li fo comunicare col tavolo, o con altri conduttori umidi, co' quali comunica anch'essa la verga di Stagno. Questo semplice contatto dello Stagno coll'Ottone, di tal metallo essendo il disco mobile, basta per indurvi qualche poco di elettricità *negativa* (— E); solamente vi abbisogna in queste circostanze un tempo più lungo.

Pr. 18. A chi conosce a dovere l'*azione delle Atmosfere elettriche*, e la costruzione del *Duplicatore*, non fa bisogno d'altra spiegazione per comprendere il giuoco di quest'istromento ingegnosissimo; e come l'Elettricità acquistata comechesia dal disco mobile deve cagionare una contraria nei dischi fissi, e reciprocamente; come queste elettricità opposte vengono a crescere ad ogni giro della macchina, ec. Così dunque nell'esperienza del Pr. prec. il disco mobile avendo l'elettricità *negativa* (— E), i dischi fissi debbono acquistar la *positiva* (+ E).

Pr. 19. Sper. 4ª. Questa sperienza è l'inversa della precedente: si applica cioè la verga di Stagno a uno dei dischi fissi; e si lascia il disco mobile senza

Digitized by Google

alcun contatto metallico, isolato, oppur anche comunicante col tavolo ec. Il risultato è dunque anch'esso inverso, cioè sono i dischi fissi, che divengono elettrizzati *negativamente* (— E); e il disco mobile acquista corrispondentemente l'elettricità positiva (+ E).

Pr. 20. Tutte queste sperienze riescono assai meglio, e han bisogno di minor tempo, qualora durante i combaciamenti dei metalli diversi fra loro, il disco mobile stia affacciato ad uno dei dischi fissi.

Pr. 21. Meglio ancora se fra i due dischi così affacciati s'introduca un'assicella, un cuoio, od un cartoncino, che siano asciutti, e di cui la spessezza eguagli presso a poco il piccolo intervallo, che separa tali dischi; intervallo che dovrebbe non eccedere $^1/_4$ di linea; ma che però può giungere senza grande inconveniente fino a $^3/_4$ lin. come le mie prove mi hanno mostrato. L'assicella o cartoncino così introdotto sarà bene lasciarli un pezzo, ossia non estrarli ch'al momento che si viene a togliere i contatti metallici, e a mettere in giuoco la Machinetta.

Pr. 22. Per mantenere gl'isolamenti in ottimo stato, come conviene, e acciò il combaciamento che si vuole stabilire dei metalli, sia immediato, senza il minimo velo d'umido o appannamento, il che nuoce moltissimo, è molto buono di tener l'apparecchio esposto al vivo Sole, o meglio presso una stufa tantochè i pezzi si mantengano caldetti: ci basta allora di una mezz'ora, ed anche talvolta di un sol quarto, per ottenere l'elettricità che si vuole, per cambiare la positiva in *negativa* ec. quando senza l'ajuto di un tal tepore vi abbisognerebbero per riuscire più ore, od anche non si riuscirebbe punto in stanza umida.

Pr. 23. Voi avete il tipo delle descritte sperienze nelle quì annesse figure 1, 2, 3 e 4.

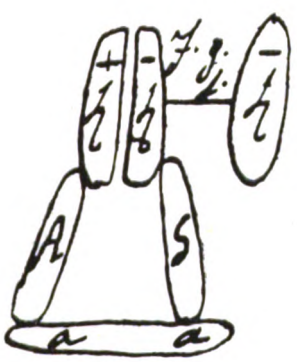


Fig. 1.

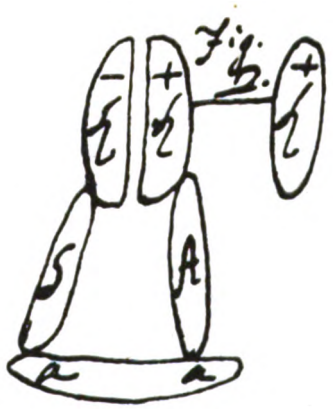


Fig. 2.

L L L (fig. 1 e 2) sono i tre piccioli dischi del *Duplicatore a molinello*, tutti e tre di Ottone. *A* la verga d'Argento applicata a uno di questi dischi: *S* quella di stagno applicata all'altro che sta in faccia del primo: *a a* il Condut-

Digitized by Google

tore, o la serie di Conduttori umidi, con cui stanno in comunicazione le due verghe.

Pr. 24. Or nella figura 1. l'Argento trovandosi applicato al disco anteriore mobile, vi fa passare un poco di fluido elettrico, che vi si accumula quanto può, e lo rende per conseguenza elettrizzato *in più*, come indica il segno +, di cui va esso disco contradistinto; mentrechè lo Stagno applicato al disco fisso che sta di contro a quel primo, ruba a codesto del fluido, e lo rende elettrizzato *in meno*, come marca il segno —; qual elettricità negativa comunicasi dal medesimo all'altro disco fisso con esso lui comunicante, e marcato dell'istesso segno —.

Pr. 25. Nella fig. 2. si osserva tutto il contrario: il disco mobile divien elettrico *in meno* (— E); in tempo che i due dischi fissi lo divengono *in più* (+ E).

Fig. 3.

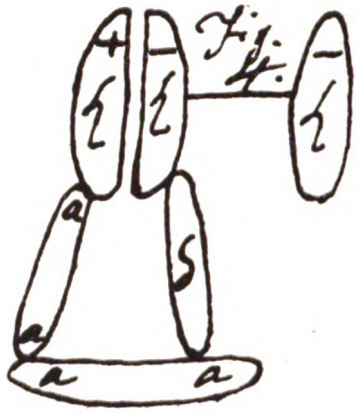


Fig. 4.

Pr. 26. Finalmente nelle due fig. 3 e 4 si vede che lo Stagno toglie del fluido elettrico al disco di ottone, cui sta applicato. Questo disco elettrizzato così negativamente ossia avendo elettricità *in meno* (— E), induce, mercè l'azione della sua atmosfera, nell'altro disco, cui sta affacciato, e che comunica ad altri conduttori una corrispondente elettricità *in più* (+ E): e queste elettricità contrarie acquistano quindi nuovi aumenti per ciascun giro della Macchinetta, il cui giuoco conforme alla teoria delle atmosfere elettriche, produce appunto quest'effetto, e giustifica il nome che le si è dato di *Duplicatore dell'Elettricità*.

Pr. 27. In tutte le sperienze del Duplicatore fin quì descritte, siccome pure in quelle altre con cui si eccitano mercè i combaciamenti di metalli di diversa specie le contrazioni muscolari, le sensazioni di sapore, di luce, di bruciore, in tutte, dico, tali sperienze, oltre al mutuo contatto di essi metalli diversi, ha

Digitized by Google

luogo il combaciamento de' medesimi con conduttori umidi ossia di 2ª classe, notati nelle figure quì sopra dalle lettere *a a*. Or provato essendo in modo da non poterne più dubitare, che nelle accennate combinazioni avvien che passi del fluido elettrico dall'Argento o dall'Ottone nello Stagno, dallo Stagno nel conduttore umido e da questo di nuovo nell'Argento od Ottone, ec. nasce dubbio a quale dei contatti debba propriamente attribuirsi l'eccitamento, l'azione qual essa siasi, che incita e move il fluido elettrico secondo l'indicata direzione, se appunto nel contatto dello Stagno coll'Ottone (fig. 1, 2, 3, e 4), o piuttosto nel combaciamento di esso stagno col conduttore di 2ª classe *a a*. Codesto Stagno tira egli a sè immediatamente il fluido elettrico dall'Ottone che tocca, o questo ve lo caccia entro per una forza che quivi giusto ove ha luogo tal contatto mutuo di due metalli si dispieghi; oppure esso Stagno medesimo depone e versa codesto fluido dall'altra sua estremità nel Conduttore umido ch'ei combacia in virtù d'un'azione propria e immediata di tal combaciamento, e ne ricava poi dall'Ottone, sol per rifarsi della perdita, in via cioè di semplice comunicazione? In breve: quali sono i contatti propriamente attivi, e quali i meramente passivi? O più veramente, se tutti i combaciamenti di conduttori dissimili hanno qualche azione come sembra doversi credere e tenere ed essere questa una legge generale, quali vogliam dir che siano più attivi; quelli de' metalli fra loro, o quelli di essi metalli coi conduttori umidi? [1]

Pr. 28. [2] Così parimenti si spiega, qualunque delle due supposizioni si adotti, la corrente continua di fluido elettrico nelle altre sperienze già note, in cui due metalli diversi, ed un conduttore umido compiono il circolo, come nella figura 5ª in cui *O* sia una lastra d'Ottone, *S* una di Stagno, *a a* uno o più

Fig. 5.

conduttori umidi comunicanti (che equivalgono ad uno nelle sperienze in cui si eccitano o le contrazioni muscolari o il sapore sulla lingua, detto conduttore, *a a* è formato o in tutto o in parte della rana preparata, della lingua, ec.). In

[1] *L'interpretazione di questo periodo nel Mns. è assai difficile. Questa che viene stampata sembra essere la più verosimile.* [*Nota della Comm.*].

[2] *La redazione di questo paragrafo è manifestamente imperfetta.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

questa combinazione dunque è dimostrato che la corrente di fluido elettrico circola nella direzione di *S a a O S*. Ma non è dimostrato onde venga data la mossa a d.° fluido, se al luogo e in virtù del mutuo contatto de' due metalli, cosicchè quivi propriamente riceva essa l'impulso che lo porta da *A* a *Z*; oppure ai luoghi e in virtù de' combaciamenti di *A* e di *Z* col conduttore *a* ad essi interposto, nel qual caso converrebbe dire, che il fluido elettrico venendo spinto in virtù del combaciamento dello Zinco col conduttore umido *a* a passare da quello a questo, in virtù del combaciamento dell'Argento collo stesso conduttore *a* venga spinto invece a passare da questo nel metallo, oppure che venendo spinto in ambedue i combaciamenti dal rispettivo metallo nel conduttore di 2ª classe frapposto prevalga la forza procedente dalla parte del Zinco.

Pr. 29. Per lungo tempo io inclinai a quest'ultima supposizione, ad attribuire cioè in tutto o in massima parte, o principalmente, la virtù di scuotere e incitare al corso il fluido elettrico, ai combaciamenti dei metalli diversi col conduttore umido o di 2ª classe; come potete vedere da miei varj scritti su questa materia e dalle stesse lettere a voi dirette. Alcune ragioni, o piuttosto congetture, m'inducevano a ciò credere: però non ebbi la cosa per decisa, e sempre mi rimaneva il sospetto che la mossa al fluido elettrico venisse anzi originariamente dal contatto mutuo de' metalli diversi, o almeno più da questo, che dal combaciamento di essi coi conduttori umidi o di 2ª classe. Or mo' si è giusto verificato un tal sospetto; e il *Duplicatore elettrico*, che ha in sì bella maniera resa sensibile e assoggettata ai noti criteri quell'arcana elettricità che fin quì si era a tante ricerche e ai più delicati Elettroscopj sottratta, e coprivasi di sì oscuro velo, mi ha fornite le prove dimostrative anche di questo: cioè, che sebbene una qualche azione abbia luogo anche nel combaciamento de' metalli, ossia de' conduttori di 1ª classe co' conduttori di 2ª, (giusta quanto può stabilirsi per legge generale, che basta che sian diversi i corpi combaciantisi perchè nasca un'azione qualsiasi incitante il fluido elettrico) una molto più efficace si dispiega nel mutuo contatto de' primi, ben inteso che siano abbastanza diversi. Per non essere troppo lungo mi limiterò per adesso alle due sperienze seguenti, che ho immaginato appunto per mettere in chiaro una tal cosa.

Pr. 30. Sper. 5ª. Lasciando i due dischi fissi di Ottone, levo il terzo mobile, e ve ne sostituisco uno di Stagno, aggiustando la Macchinetta in modo, che si truovi questo disco affacciato ad uno degli altri immobili. Ciò fatto applico a codesto disco di Stagno una verga o lastra di Ottone, e al disco opposto e fisso di Ottone una verga o lastra di Stagno; indi passato un tempo conveniente (un'ora per es. se l'aria è discretamente asciutta) togliendo codeste due verghe, oppur solamente quella di Ottone, e facendo girare da 30 volte il disco mobile di Stagno che ha sofferto il contatto della detta lastra di Ottone, vengo a capo di ottenerne dei segni marcatissimi di elettricità *in più* (+ E).

Pr. 31. Sper. 6ª. Inverto l'esperienza, facendo toccare la verga di Ot-

Digitized by Google

tone al disco del medesimo metallo, e la verga di Stagno al disco di Stagno, e allora non ottengo nulla, o quasi nulla, neppure dopo aver lasciato l'apparecchio in questo stato molto più lungo tempo, e facendo fare alla Macchina non che 30. ma 60, e 80. giri.

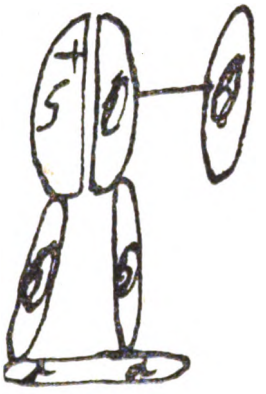


Fig. 6.

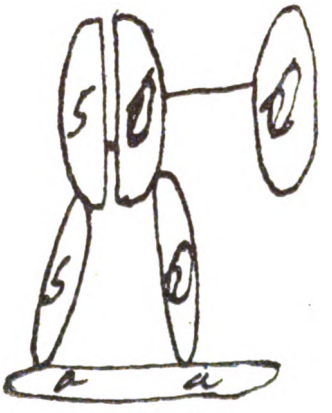


Fig. 7.

Queste due ultime sperienze sono poste sott'occhio dalle quì annesse figure 6, e 7, in cui gli *O* indicano i pezzi di Ottone, *S* quelli di Stagno, e *a a* il Conduttore o Conduttori umidi, che stabiliscono la comunicazione fralle due verghe metalliche differenti.

Pr. 32. Or nella sperienza ultima fatta colla disposizione della fig. 7. gli stessi combaciamenti dei differenti metalli, cioè dello Stagno da una parte e dell'Ottone dall'altra collo stesso conduttor umido, hanno luogo, come si vede, tanto come nell'esperienza precedente fatta colla disposizione della fig. 6. avvegnachè inversamente. Dovrebbe dunque di conformità anche con tale disposizione della fig. 7. seguirne, in senso inverso però, l'addizione di fluido elettrico nell'uno dei dischi, cioè nel disco fisso di Ottone e la sottrazione in quello mobile di Stagno, se l'azione sopra questo fluido, la forza movente principale si esercita nell'uno e nell'altro combaciamento delle due verghe metalliche *S* e *O* col conduttore umido *a a* interposto se questo conduttore umido ossia di 2ª classe per azione propria e immediata di tali combaciamenti ricevesse del fluido elettrico dallo Stagno, e ne mandasse nell'Ottone, conforme alla direzione che abbiam veduto prendere esso fluido nella sper. precedente fig. 6: eppure ciò non succede; giacchè o non si ottiene in questo modo indicato dalla fig. 7. verun segno di elettricità, o appena alcun debolissimo, con tutto che si lasci assai più lungo tempo in tal disposizione la Macchina e le si faccia indi fare un numero due o tre volte più grande di giri, come si è detto. La condizione essenziale per ottenere con un tempo e giuoco discreto della macchinetta un'elettricità sensibile, è dunque che i metalli di differente specie si tocchino fra di loro

Digitized by Google

immediatamente; ciò che avendo luogo nella fig. 6. e non nella 7. fa, che si abbiano i segni elettrici in quella, e non in questa maniera.

Pr. 33. Che se moltiplicando di molto i giri della Macchina si arriva finalmente a ottener qualche cosa, ciò viene o da qualche residuo picciolissimo di vecchia elettricità, che per avventura non sia stata intieramente distrutta nè prima nè durante la disposizione della fig. 7. o da un'elettricità affatto nuova che il disco mobile o gli altri fissi possono aver presa dall'aria o dai vapori in quel lungo tempo che si è tenuta in giuoco la Macchina. Può darsi ancora, che s'incontri qualche differenza, se non sostanziale, accidentale fra i due pezzi di Stagno o quelli di Ottone posti a mutuo contatto, la qual sia cagione di qualche azione sopra il fluido elettrico, di qualche sbilancio ec. Finalmente anche i combaciamenti dei metalli, ossia conduttori di 1ª classe, coi conduttori umidi, o di 2ª classe, debbono pur avere qualche virtù e attività, sebbene in grado da non paragonarsi a quello dei mutui contatti de' metalli diversi, come si è già accennato (Pr. 27. e 29.). Non è dunque da meravigliarsi, che alla lunga e con istento si ottenga pure qualche segno di Elettricità adoperando col duplicatore nella maniera indicata dalla fig. 7. Ciò anzi è consentaneo ed ai principj e leggi generali, colle quali si stabilisce, che in tutti i combaciamenti di conduttori diversi venga più o meno incitato e mosso il fluido elettrico, e non è altrimenti contrario a ciò che credo aver dimostrato riguardo alla molto maggiore attività che hanno i contatti de' metalli abbastanza diversi tra loro sopra i combaciamenti di essi metalli coi conduttori umidi.

Pr. 34. Checchè ne sia di questi segni elettrici cotanto stentati e tardivi, della causa cioè onde procedono, s'egli è vero, che appena si ottengono sotto le condizioni dell'esperienza 6ª (fig. 7.) con 40, 60, 80 giri del Duplicatore, quando all'incontro si ottiene molto dippiù con 20, o 30, nella disposizione dell'esp. 5ª (fig. 6), è forza conchiudere, che il combaciamento di due metalli quanto si voglia diversi con dei conduttori umidi o di 2ª classe, senza il contatto mutuo di essi metalli il qual manca appunto nell'esp. 6ª (fig. 7.), l'Ottone toccandosi quì coll'Ottone e lo Stagno collo Stagno, fa ben poco; e che all'opposto il contatto di questi fra loro, il quale ha luogo nella Sper. 5ª (fig. 6), fa moltissimo in paragone.

Pr. 35. Potrei aggiungere in conferma alcune altre sperienze, in cui ottengo pure dei segni elettrici (sempre coll'ajuto del duplicatore) mercè il contatto mutuo di due metalli, senza che tocchino altrimenti nè l'uno nè l'altro ad alcun conduttore umido o di 2ª classe, ec.. Ma quanto ho riportato fin quì basta per ora.

Pr. 36. Se i due dischi in tutte le descritte sperienze del *Duplicatore*, invece di affacciarsi a picciola distanza come si pratica, si facessero fra loro toccare, il circolo trovandosi allora congiunto, le azioni, che in virtù dei contatti mutui sollecitano e forzano il fluido elettrico a passare dall'Argento nell'Ottone, e più ancora dall'Ottone nello Stagno, come abbiam veduto, determine-

Digitized by Google

rebbero, e manterrebbero una corrente continua, una circolazione non interrotta di esso fluido. Si adducano p. es. al contatto i due dischi *S. O.* della fig. 7. e sarà simile il caso, simile gli effetti a quelli della fig. 5. (Pr. 28). Una tal corrente in giro, senza intermissione è ciò appunto che succede nelle sperienze ormai conosciutissime, in cui mercè l'applicazione conveniente di due, o più metalli diversi a dei conduttori umidi, in guisa da compiere il circolo, si eccitano le contrazioni dei muscoli, le sensazioni di sapore sulla lingua, di chiarore nell'occhio a guisa di lampo, ec. ogni qualvolta questi organi, e singolarmente i loro nervi sensibilissimi fanno parte di tal circolo conduttore, come si è già accennato nel cit. Pr. 28. Ma i dischi stando separati nelle d.e sper. del duplicatore da un intervallo sia quanto si voglia picciolo o dal cartoncino utilmente interposto (Pr. 21), il quale non essendo molto umido è un assai cattivo conduttore, il fluido elettrico incitato e mosso dalle dette azioni non può che accumularsi un pochetto nel disco d'Ottone, toccato dalla verga d'Argento (fig. 1, e 2), come pure in quello di Stagno toccato dalla verga di Ottone (fig. 6); e all'incontro scemarsi alcun poco nel disco d'Ottone toccato dalla verga di Stagno (fig. 1, 2, 3, 4): e ciò tanto meglio, quanto queste due elettricità opposte si sostengono reciprocamente, controbilanciandosi ne' dischi così affacciati, si compensano in certo modo, vale a dire, che per l'influenza mutua delle loro atmosfere cotanto vicine, le *tensioni elettriche* ne vengono molto rilasciate ed affievolite.

[1] Pr. 36. Del resto sono per sè codeste *tensioni* così deboli, che non arrivano a un millesimo di grado de' miei elettrometri a paglie sottili, o ad un centesimo dell'Elettroscopio prodigiosamente sensibile di BENNET a fogliette d'oro: e certamente non si sarebber potute giammai scoprire tali debolissime impercettibili elettricità, senza il soccorso del mio *Condensatore*; e difficilmente con il Condensatore semplice o composto; difficilmente pure con i duplicatori del prelodato BENNET, e di CAVALLO: ci voleva proprio quello di NICHOLSON a molinello, il quale oltre all'essere una Macchinetta assai più elegante, si rende incomparabilmente superiore a quegli altri, tanto per la facilità di maneggiarlo congiunta alla celerità con cui si fan passare uno in faccia all'altro i dischi, come conviene, e come conviene si stabiliscono e si tolgono alternativamente le comunicazioni, quanto per la sicurezza di non isbagliarla mai continuando lungo tempo la manovra, ossia di non commettere dei falli, che guastin tutto, come accade facilmente cogli altri duplicatori.

Pr. 37. Sia dunque l'elettricità indotta in uno dei dischi dal contatto di un altro metallo di diversa specie, sia pure inconcepibilmente picciola, tale, che

---

[1] *La ripetizione del n.° 36 nella numerazione dei paragrafi è un errore del Mns.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

la sua *tensione* non arrivi, o arrivi appena a $^1/_{1000}$ di grado di un Elettrometro a paglie sottili; che importa se possiamo facilmente col giuoco di cotesta eccellente macchinetta, cioè con 30, 40, 50 giri, che si faccian fare al suo disco mobile, o dippiù, secondo le circostanze (Pr.), possiam dico, aumentare una tale Elettricità al segno d'ottenere, non che una divergenza di molti gradi dei pendolini del suddetto Elettrometro, ma fino una scintilla?

Pr. 38. Un'elettricità cotanto debole originariamente ha altronde i suoi vantaggi: ella non può essere tolta e distrutta per intiero da contatti momentanei o di poca durata, ancorchè dei migliori conduttori. Toccate e palpate colle dita il disco mobile già elettrizzato; toccatelo con un metallo più volte di seguito, duri anche tal contatto molti secondi, e fino alcuni minuti primi; fatelo o comunicare per mezzo di conduttori umidi coll'umido suolo, o coll'altro disco non elettrizzato od elettrizzato contrariamente; fate durare questa comunicazione 6, 8, 10 minuti: malgrado ciò esso disco conserverà ancora un resto di quella sua prima elettricità, ne conserverà per avventura $^1/_{10000}$ di grado allorchè tolte cotali comunicazioni si farà girare al modo solito: questo solo vi sarà di diverso di prima, che la manovra dovrà ora continuarsi più lungo tempo, cioè in vece di 20, 30, 40 giri, ve ne vorranno 60, 80, 100, ec..

Pr. 39. Si vede dunque, che i migliori Conduttori, i metalli stessi oppongono qualche resistenza al tragitto del fluido elettrico dall'uno all'altro; una resistenza, che non può essere vinta da *una tensione elettrica* estremamente debole, minore per es. di $^1/_{1000}$ di grado, o non può esserlo che in un tempo molto lungo: a dir breve, che i migliori, gli ottimi conduttori sono pure qualche poco *coibenti*, almeno si comportano come tali verso le elettricità sommamente deboli, la di cui *tensione* cioè resti al disotto di una piccolissima frazione di grado. Gli è così che un metallo, il quale abbia ricevuto un'elettricità qualunque, ne conserva lungo tempo un residuo a dispetto di toccamenti ripetuti e lunghi d'altri conduttori pur buoni, e non isolati: un residuo a vero dire inconcepibilmente picciolo, ma che pure è un residuo, e può coll'ajuto del *Duplicatore* essere reso sensibile, come si è veduto.

Pr. Il vetro, le resine e gli altri corpi conosciuti già per ottimi coibenti, nè lasciano trascorrere l'elettricità dai punti di loro superficie, cui siasi impressa, colle altre parti, massime interne, nè sollecitati a dimetterla coll' accostamento / approssimazione di conduttori anche puntuti, e con toccamenti, se ne lasciano spogliare, se non difficilmente e assai lentamente; di maniera che sebbene al sortire dallo stropicciamento perdano non poco della forte elettricità in virtù di esso stropicciamento indottavi, rifondendone / riversandone nello stropicciatore medesimo, ai confini del contatto, come già facemmo osservare (Pr.), pure ne conser-

Digitized by Google

vano tanto da darne tuttavia segni vigorosi, da innalzare gli Elettrometri anche meno delicati a molti gradi, ec.; e ancor ne conservano abbastanza, per muoverli di alcuni gradi dopo la presentazione di altri conduttori a picciolissima distanza, anzi dopo toccamenti più volte replicati, o lunghi. Tra questi idioelettrici di prima sfera, coibenti in primo grado, o che vuol dire lo stesso, o conduttori in ultimo grado; e i metalli conduttori in primo grado, e coibenti in ultimo, avvi un gran numero di corpi, che partecipano dell'una e dell'altra indole a tutti i gradi intermedj, che per conseguenza tengono confinata e conservano, più o meno, l'elettricità indottavi, più o meno la lasciano trascorrere, ec.. Dal vetro, che ritiene all'uscire dello stropicciamento una *tensione elettrica* di 60, 80 e più gradi del Quadrante-elettrometro, che equivalgono a 1000 gradi, o più dell'Elettrometro a boccetta di CAVALLO o del mio a pendolini di paglia e a più di 10000. dell'Elettroscopio di BENNET a fogliette d'oro, fino ai metalli, che sostener possono appena la tensione di $^1/_{100}$ di grado di tal Elettroscopio delicatissimo o di $^1/_{1000}$ di quello a pagliette (Pr.) qual differenza! Sono questi oltre un milione di volte meno coibenti del detto vetro; ma pur sono un qualche poco coibenti, come dicemmo (Pr. prec.); e tanto basta.

Pr. 40. Dopo ciò non mi tratterrò lungamente a farvi osservare, che se fino i metalli posti nell'infimo grado di coibenza, ossia nel primo di conducibilità, oppongono qualche resistenza al trascorrimento del fluido elettrico; i conduttori di lunga mano inferiori ai metalli, avvegnachè passino comunemente per buoni, come l'acqua, e gli altri deferenti umidi, ne oppongono una assai più considerabile, sebbene ancora così picciola, che può essere vinta da una tensione elettrica men forte di un grado, e meno anche di $^1/_{10}$ di grado del mio Elettrometro a paglie sottilissime. Supposto che l'acqua, o i corpi imbevuti di essa o di qualche altro umore, siano 100 volte più coibenti, e più tenaci dell'elettricità, che i metalli; e supposto che questi ultimi sollecitati con dei toccamenti reiterati, o continuati pel tempo di molti secondi, non possano ritenerne ch'$^1/_{10000}$ di grado, quegli altri ne riterrebbero nelle medesime circostanze $^1/_{100}$ di grado; ciò che è ancora una quantità ben picciola, che l'Elettrometro per sè solo non potrebbe renderci sensibile.

Pr. 41. Si comprende ora il perchè convenga far durare una mezz'ora, o poco meno, e spesso anche una o più ore (Pr. 14. e 22) il contatto dei metalli differenti nelle sperienze col Duplicatore per ottenere l'elettricità che si vuole, soprattutto quando si tratta d'inverterla, cioè di distruggere l'elettricità *in più* nel disco mobile, e di renderlo elettrizzato *in meno*, o viceversa. In generale vi vuole un tempo considerabile, e più o men lungo in ragione del più o meno di coibenza dei corpi, tanto per vincere questa coibenza, e portar via le ultime porzioni insensibili di elettricità, di cui trovinsi imbevuti, quanto per introdurvene una nuova, qualora altro non s'impieghi a ciò che delle azioni debolissime, come son quelle dei contatti metallici eterogenei.

Digitized by Google

Pr. 42. La picciolissima, la quasi infinitamente picciola coibenza, o, ciò che torna allo stesso, la grandissima facoltà conduttrice dei metalli pone un limite all'addizione e alla sottrazione rispettivamente in tali corpi fra loro comunicanti, limite, che queste elettricità contrarie e nello stesso tempo sì vicine anzi contigue, non possono oltrepassare: no, non possono andare al di là di quella *tensione* estremamente picciola, che noi abbiamo osservata, e in qualche modo determinata nelle circostanze descritte (Pr. 37. e segg.). Come mai infatti l'elettricità in più dei dischi marcati col segno (+), e quella in meno dei dischi segnati (—), nelle fig. 1, 2, 4, 6, come mai queste elettricità, quando avessero *una tensione* sensibile, potrebbero reggere e mantenersi tali, sussistendo una comunicazione di quei dischi fra di loro e col suolo per mezzo di buoni conduttori, come si vede? Egli è evidente, che non può indursi e sostenersi in essi dischi, che una *tensione* estremamente debole, corrispondente all'estremamente picciola coibenza di tali conduttori metallici quasi perfetti, un'elettricità insomma impercettibile, che non sorpassa forse $^1/_{10000}$ di grado, e sicuramente non arriva a $^1/_{1000}$ dell'Elettrometro a paglie sottili (Pr. Pr. cit.); e che non può essere resa sensibile che col mezzo dei *Condensatori* o *Duplicatori*, come vedemmo.

Pr. 43. Queste riflessioni mi conducono a spiegare alcune difficoltà, che facilmente si presenteranno. Se nel contatto mutuo di due metalli di diversa specie, dell'Argento per es. collo Stagno, sorge un'azione, una forza, che sollecita il fluido elettrico e lo porta a gettarsi dal primo nel secondo, parrebbe, che ve ne dovesse passare una quantità molto più grande e in più breve tempo allorchè questi metalli si combaciano in una larga superficie, che non quando si toccano in pochi punti: eppure non si osserva una differenza notabile nè nelle prove col *Duplicatore*, nè in quelle, in cui si compie il circolo ad oggetto di eccitare dei moti muscolari, delle sensazioni di sapore, di luce ec. non si osserva, dico, notabile differenza negli effetti, sia che il contatto dei dati metalli si faccia, non dirò in un sol punto, ciò che sarebbe troppo poco, ma in un picciol numero di punti, sia che si faccia in molti punti, od in un'ampia superficie. Non è egli evidente, che in ciascun punto di contatto deve esercitarsi la medesima azione? E perchè dunque l'effetto non corrisponde egli alla somma di queste azioni o forze, al numero dei punti di contatto?

Pr. 44. Dirò, che vi corrisponde fino a un certo segno, oltre il quale la resistenza ossia reazione del fluido accumulato o condensato nel corpo che lo riceve, in virtù del contatto, non permette che ve ne passi in maggior quantità. Così la tendenza all'equilibrio dello stesso fluido non permette che ne resti impoverito oltre a un certo segno il corpo, che per la stessa virtù del contatto lo dà.

Pr. 45. E primieramente quanto alle sperienze, in cui il circolo conduttore non è compito, come son quelle del *Duplicatore* fin quì descritte, si conce-

Digitized by Google

pisce facilmente, che tosto che il fluido elettrico sarà accumulato nello Stagno per es. a spese dell'Ottone (fig. 6), accresciuto dico, nel primo, e diminuito nel secondo, al segno di produrvi quel *maximum di tensione*, che questi metalli assai meno coibenti che conduttori, e altronde non isolati, possono sopportare, tensione che come ho fatto osservare già più volte (Pr. 37 segg. e 42) non arriva a $^1/_{1000}$ di grado di un Elettrometro a paglie sottilissime, non ne potrà passare davantaggio dall'uno nell'altro metallo per i punti di mutuo contatto, ove giustamente agisce la forza che move e incalza esso fluido, senza rifluire, per i punti all'intorno, non toccantisi, ma affatto prossimi, ove per conseguenza la sola virtù conduttrice, ha libero e pieno giuoco: del quale ritorno di fluido elettrico ho avuto già occasione di parlare più sopra (Pr. 10-12).

Pr. 46. Or se si supponga, che la quantità di fluido elettrico, cui ciascun punto di contatto tende in ogni istante a mandare da un metallo nell'altro, non sia già estremamente picciola, bensì anzi mediocre, supposizione che viene suggerita da un gran numero di sperienze, e che soddisfa assai bene ai fenomeni, come ho diggià accennato al Pr. 10., si vedrà chiaramente la ragione, perchè non abbisogni più che un picciol numero di questi punti di contatto mutuo de' metalli per produrvi in uno spazio discreto di tempo il detto *maximum* di elettricità comportabile colla facoltà conduttrice o vogliam dire dissipatrice di essi metalli: *maximum*, che, come si è veduto, è molto più piccolo del *minimum* di elettricità marcabile dai nostri Elettrometri; perchè un contatto più esteso sia presso a poco inutile, ec.

Pr. 47. Riguardo alle sperienze, in cui due metalli diversi sono addotti al mutuo contatto da una parte, in tempo che comunicano dall'altra per l'interposizione d'uno o più conduttori umidi, in guisa di formare un circolo non interrotto (vedetene il tipo nella fig. 5); nel qual caso si stabilisce una corrente continua, una circolazione perenne di fluido elettrico (Pr. 28. 36. ec.); farò osservare che questi conduttori umidi, ossia di 2ª classe non essendo di gran lunga così buoni, come i conduttori metallici, oppongono una resistenza considerabile alla detta corrente, massime allorchè non offrono che un passaggio angusto. Se avvien dunque che il contatto del metallo con questi deferenti umidi non si faccia se non in un picciol numero di punti; che la grossezza o larghezza di detti corpi in quel tratto da un metallo all'altro non sia abbastanza grande, come per es. allorchè in una catena più o men lunga di codesti conduttori umidi si truova compresa una rana preparata in modo che le sue gambe non tengono al tronco che per i soli nervi crurali; che insomma il sentiero, o diciamo canale divenga in alcun luogo troppo stretto; la resistenza che il fluido elettrico incontra in questi passaggi angusti e difficili, è cagione ch'esso non possa scorrere con quella libertà e in quella copia che altrimenti farebbe; che non ne tragitti in ciascun istante se non una quantità molto limitata; quantità che può benissimo essere fornita anche da un picciol numero di punti

Digitized by Google

di contatto dei due metalli tra loro; di maniera ch'egli è presso a poco inutile, anche per queste sperienze, come lo è per le altre (Pr. prec.), che questo mutuo contatto sia più esteso, o fatto sopra più larghe superficie. Allorchè un tal contatto dei metalli in un gran numero di punti ha luogo, concepisco che una più grande quantità di fluido elettrico viene incitata corrispondentemente, e messa in moto; ma in ragione della resistenza che oppongono nel più o men lungo e rispettivamente troppo stretto cammino i corpi umidi, che non sono già conduttori del tutto buoni, io immagino che ne debba di esso fluido ritornare addietro una maggiore o minore porzione per gli altri punti non toccantisi, ma prossimissimi al contatto (Pr. 10-12); tantochè la corrente elettrica, che supera realmente i detti passaggi difficili e angusti, che tragitta p. e. pei nervi crurali della rana preparata, per quelli dell'apice della lingua, ec. e traversandoli così raccolta e stretta li irrita ec., non è considerabilmente più copiosa, che quando i due metalli, che sono i veri *motori*, si toccano in un picciol numero di punti.

Pr. 48. Concludiamo, che se un picciolo o un gran numero di punti che si tocchino riesce presso a poco equivalente per ciò che è del contatto mutuo de'metalli, non vuol dirsi lo stesso riguardo al combaciamento di questi metalli medesimi coi conduttori umidi o di 2ª classe molto meno riguardo al combaciamento di due di tali conduttori imperfetti tra loro, giacchè questi combaciamenti riescono tanto più vantaggiosi, quanto sono più ampj, almen fino a un certo segno.

[1] Pr. 49. Un'altra difficoltà or si presenta, a ben intendere la quale e a darle quindi un'adeguata soluzione convien premettere alcune cose. Quantunque una debole elettricità basti per produrre le contrazioni in qualsiasi muscolo volontario ed una debolissima per suscitarle in una rana preparata perfettamente alla maniera di GALVANI, cioè in guisa che le gambe tengano al tronco per i soli nervi crurali, basti, dico allora che trovandosi tal elettricità raccolta in un conduttore o meglio in una boccia di Leyden, si scarica tutt'ad un tratto, e traversa in un istante i detti muscoli, o i nervi; non è però che un conduttore di non molto grande capacità, ed elettrizzato tanto debolmente da non poter dare alcun segno neppure all'Elettroscopio sensibilissimo di BENNET, giunga a produrre un tale effetto, a convellere la rana ec.: a far questo vi bisogna un'elettricità almeno di 8, 10, 15 gradi di tal Elettrometro a fogliette d'oro, ossia di 1. o 2 gradi del mio a paglie sottili, ec.. Che se poi si tratti di un'elettricità che non si raccoglie e accumula, nè indi si scarica in un colpo, e come per salto; ma che invece scorre liberamente di continuo in una serie di conduttori, fra i quali è compresa la rana; se per es. questa trovisi interposta al primo condut-

[1] *In questo paragrafo cessa la concordanza di* L 11 *con* J 43. [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

toro di un'ordinaria macchina elettrica, e ad un secondo il quale comunichi col conduttore dei cuscini, o col suolo; bisogna allora per eccitare le convulsioni, che la corrente elettrica sia ben copiosa, che la macchina dia molto ec.

Pr. 50. È notabile in questa sperienza, che se in tal catena o circolo di conduttori si truova la più picciola interruzione, un intervallo della grossezza di una carta solamente, ciò basta perchè nella rana s'ella è perfettamente e di fresco preparata, si eccitino più scosse per ogni giro che si fa fare al cilindro o disco della Macchina, la quale agisca anche debolmente; tante volte cioè, quante sono le picciole cariche e scariche, che per tal interruzione si effettuano con scintilla più o meno visibile, ed anche invisibile: quando altrimenti, se i conduttori cioè sono perfettamente continui, se non avvi la minima interruzione in alcun luogo di essi, non si viene a capo di movere in detta rana alcuna convulsione, a meno che la Macchina non fornisca, e metta in corso assai abbondante copia di fluido elettrico, come si è detto (Pr. prec.).

Pr. 51. Per sorprendente, che sembri una tal cosa, è facile con un poco di riflessione di spiegarla. E basta infatti considerare, che nel primo caso, in cui succede l'indicata scarica repentina, scagliasi in un istante, e in un istante traversa da un capo all'altro detti conduttori tutto quel fluido elettrico, che nel secondo caso, cioè non essendovi tra essi interruzione alcuna, si percorre ripartito in più istanti successivi. Tutto dunque si riduce a ciò, che per iscuotere o stimolare sensibilmente i muscoli o nervi eccitabili, vi vuole, che una quantità di fluido elettrico considerabile tragitti per essi in brevissimo tempo, in un istante quasi indivisibile, tantochè affollandovisi in certo modo vi produca un poco d'urto. Or dunque per giungere a tanto non basta qualunque picciola e blanda corrente di esso fluido, non basta quella che s'induce e si mantiene seguitamente in una serie non interrotta di conduttori da una Macchina elettrica, che agisca poco, o sol mediocremente; giacchè per discreta, ed anche grande che sia la quantità di fluido, ch'essa caccia avanti e fa trascorrere pe' detti conduttori in un tempo sensibilmente lungo, è assai scarsa la porzione che tragitta in un istante brevissimo, troppo scarsa, dico, per far urto e stimolare sensibilmente le fibre anche più eccitabili. Per far questo si richiede una maggior piena, cioè che la Macchina somministri ad ogni momento, e metta in giro più grande copia di fluido; oppure che si vada questo per un certo tempo accumulando nel primo conduttore e balzi poi tutt'ad un tratto in altro conduttore da quello disgiunto, superando colla *tensione* acquistata l'intervallo, che lo divide, e con tal impeto trascorrendo ulteriormente invada i detti organi animali, ec..

Pr. 52. Spieghiamo viemmeglio la cosa con una specie di calcolo semplicissimo. Sia una Macchina elettrica picciola o poco buona, che in un giro del cilindro, o disco, il qual compiasi in un minuto secondo, accumuli nel suo primo Conduttore di discreta grandezza, tanto appena di fluido elettrico da produrvi

Digitized by Google

un'elettricità di 1. grado del Quadrante Elettrometro, ossia di 10. dell'Elettrometro a pendolini di paglia. Egli è chiaro, che in un minuto terzo non fornirà, che per $^1/_6$ di grado di codesto Elettrometro, in due minuti terzi per $^2/_6$, ec. Trovisi quel primo conduttore disgiunto per un picciolissimo intervallo da un altro conduttore anch'esso metallico, a cui venga appresso in serie continua la rana preparata, ed altri buoni conduttori, che vadano finalmente a comunicare col suolo, oppure collo strofinatore della Macchina: e sia tal intervallo così picciolo, che ad ogni giro della Macchina quel primo conduttore si carichi, e scarichi 10. volte. Codesta carica portata dalla 10.^{ma} parte di un giro, e nel tempo di 6. minuti terzi, sarà di 1. grado e la quantità di fluido elettrico che la forma potremo dirla eguale ad uno. Or bene tale quantità = 1, basterà per la rana ben preparata, e ben collocata; basterà, dico, scaricandosi tutta in un colpo, e percorrendo quegli altri conduttori, uno dei quali è appunto la mentovata rana, con tale rapidità, che non impieghi a tragittare pei nervi crurali della medesima più di un minuto terzo: ben possiam credere che ve ne impieghi anzi meno insegnandoci tante altre sperienze che la celerità con cui il fluido elettrico lanciato anche con picciola forza, percorre da un capo all'altro i buoni conduttori, e siano pur lunghi, è così grande, che riesce incalcolabile.

Pr. 53. Insomma dunque, giova il ripeterlo, quella quantità di fluido che poniamo = 1. ove tragitti tutta o quasi tutta raccolta per i detti nervi, non dirò in un istante indivisibile, il che non è possibile, ma nel brevissimo tempo e. g. di un minuto terzo, potrà essere bastante per far impressione sui medesimi, per stimolarli a segno di eccitare i moti spasmodici ne' muscoli dipendenti; e potrà non esser da tanto una quantità minore. Ora secondo i dati quì sopra esposti (Pr. prec.) la è appunto molto minore quella che in detto brevissimo tempo vi passa, allorquando non havvi interruzione alcuna ne' conduttori; stante che non essendovi impedimento di sorta che arresti il fluido scorrente, non ne succede alcuna accumulazione, o carica; e altronde la Macchina non fornisce in un minuto terzo, giusta il supposto (ivi) che una quantità di esso fluido = $^1/_6$ che è troppo poco. È egli più da stupirsi, che così essendo non si eccitino le convulsioni nella rana, avvegnachè perfettamente e di fresco preparata? Acciò succedano anche senza la minima interruzione dei conduttori, fa bisogno che la Macchina giuochi assai meglio, ossia mandi in una volta e sospinga molto più fluido, tantochè ne passi in un minuto terzo pe' nervi ec. una quantità presso a poco = 1. (Pr. cit.) o maggiore.

Pr. 54. Si comprende facilmente, che se la rana è preparata da lungo tempo, o in qualsisia modo indebolita molto, oppure se non è preparata intieramente in guisa cioè, che le gambe tengano al tronco per i soli nervi ischiatici, ma sventrata e non altro, e molto più s'ella è intiera, o decapitata soltanto, vi vogliono, per la ragione e a proporzione che oltre i detti nervi (che pur son quelli, che debbono venire stimolati acciò nascano le contrazioni ne' muscoli

Digitized by Google

delle coscie e gambe in cui s'impiantano) tante altre parti umide e molto conduttrici offrono il passaggio alla corrente di fluido elettrico, onde tanto meno ne passa per essi nervi, vi vogliono dico, per eccitare cotali contrazioni, scariche elettriche più forti, ossia che una molto maggiore quantità di fluido attraversi il corpo di essa rana nell'indicato brevissimo tempo; e quindi o che l'interruzione nei conduttori della Macchina elettrica sia corrispondentemente più grande, per dar luogo a maggior accumulazione di elettricità, ec., o non essendovi interruzione alcuna, ch'essa Macchina sia grande assai e giuochi a meraviglia, cacci avanti cioè e faccia passare nel dato tempo molto più fluido, di quello che sopra abbiam supposto venir sospinto da una Macchina men buona.

Pr. 55. Così è: per commovere una rana trucidata e sventrata, ma non finita di preparare, a cui cioè siansi levate anche le parti di dietro, i lombi ec., per commoverla col flusso elettrico continuo che induce una Macchina in una serie di conduttori non mai interrotti, fra' quali essa rana trovisi compresa, debb'essere tale flusso tanto copioso, che la quantità tragittante in un minuto terzo ecceda di molto la quantità = 1., sia cioè eguale almeno a 4. o 5.: che è quanto dire che la Macchina giungerebbe ad accumulare nel primo conduttore di discreta mole, che fosse isolato, un'elettricità di presso a 300 gradi dell'Elettrometro a pagliette, ossia 30 circa del Quadrante Elettrometro, nel tempo di un minuto secondo. Per far tanto, voi vedete, che la Macchina vuol essere grande e buona, e giuocare assai bene. Ma ella debbe essere più che buona, grandissima, e oltre modo attiva se vogliam che giunga a scuotere una rana che non sia neppure sventrata (intendasi sempre non essendo interrotti i conduttori): debbe cioè fornire da 4. o 5. volte più fluido ancora; vale a dire una quantità = 20. o più per minuto terzo, tanto che verrebbe a portare al primo Conduttore isolato di discreta mole un'elettricità di 120. gradi del Quadrante elettrometro, o più, in un minuto secondo, oppure di 60 gr. in un Conduttore del doppio più grande, ec.. Or quale Macchina è mai capace di tanto? Non certo le comuni: le vostre sì, o Signore, che avete a sì alto segno perfezionate. Provatevi dunque, e vedrete quanto sarà difficile anche con queste, quanto vi vorrà a commovere nel modo indicato, cioè ove non abbiavi interruzione alcuna ne' conduttori, una rana viva e intiera, o trucidata soltanto e non altrimenti incisa.

Pr. 56. Codeste scosse della rana intiera o quasi intiera, che possono appena ottenersi colle macchine elettriche più grandi e di un'attività sorprendente, qualora i conduttori fra' quali sta questa collocata e l'ultimo comunica col suolo, o collo strofinatore, siano continui, come si è detto, si ottengono facilmente (e ciò non dee più farci meraviglia dopo quello che si è fin qui spiegato) anche con una Macchina picciola e molto debole, qualora fra detti conduttori vi sia una ancor picciola interruzione, non però picciolissima, giacchè l'intervallo della grossezza di una carta, che, come abbiam

Digitized by Google

veduto (Pr.) può bastare, quando la rana è preparata intieramente, cioè in modo, che la corrente di fluido elettrico debba tutta passare per i nervi crurali da cui dipendono i muscoli delle coscie ec., non basta quì ove involti trovandosi detti nervi da tante altre parti umide conduttrici, la minor porzione di tal corrente passa per essi. Egli ci vorrà già un intervallo 4. o 5. volte maggiore, e forse di $\frac{1}{4}$ di linea, se la rana è preparata solo a metà, cioè sventrata, tanta distanza insomma, che l'elettricità che potrà accumularsi nel conduttore isolato, e quindi scaricarsi in un colpo, ossia la quantità di fluido che verrà ad attraversare il corpo di tal rana a metà preparata nel breve istante, per es. di un minuto terzo, sia eguale almeno a 4. o 5. conforme abbiamo supposto e spiegato di sopra (Pr.). Or dunque per la rana che non sia neppure sventrata se la quantità di fluido elettrico che la attraversi nello stesso brevissimo istante debba essere quattro volte ancora maggiore, come lo dee per lo meno (Pr.), si comprende che acciò possa formarsi $\frac{\text{una}}{\text{la}}$ corrispondente carica nel conduttore isolato, l'intervallo che lo separa dal suo vicino dovrà essere anch'esso circa quattro volte maggiore e arrivare ad una linea, più o meno, secondo che tal conduttore è più picciolo o più grande (giacchè a produrre una elettricità di una data *tensione*, o che può scaricarsi ad una data distanza, vi vuole maggiore o minor quantità di fluido a proporzione che il conduttore in cui si raccoglie è più o meno capace).

Pr. 57. È però ben poca cosa ancora codesta elettricità che può balzare da un conduttore isolato alla distanza solamente di una linea, o poco più; e qualunque meschina macchina elettrica, che giuochi malissimo, giunge a far tanto con uno o più giri del suo cilindro o disco. Le buone Macchine, quando agiscono poderosamente, ne possono produrre di simili cariche e scariche 4, 6, 8, 10, e più ancora in un sol giro, e altrettante volte scuotere la rana anche non preparata o preparata solo a metà. Ma lasciando queste sperienze delle cariche e scariche più o meno deboli di un conduttore isolato, disgiunto per un più o men picciolo intervallo da altro conduttore non isolato, tanto facili ad ottenersi, e tanto efficaci ad eccitare le convulsioni della rana ec., riteniamo (ciò che più fa al nostro proposito) che quando invece i conduttori siano continui, senza interruzione di sorta, la quantità di fluido elettrico, che fornisce e mette in giro la Macchina, debb'essere abbondante, almeno mediocremente se ha da eccitare le convulsioni in una rana anche di tutto punto, e recentemente preparata; molto più abbondante per poterle eccitar in una rana non intieramente preparata, o indebolita e notabilmente; infine abbondantissima, quale appena può ottenersi dalle Macchine elettriche più eccellenti, per giungere a commovere una rana intiera e intatta, oppur decapitata soltanto, e finita di trucidare col passarle uno spillone lungo la spinal midolla, per eccitare contrazioni e moti in altri muscoli e membri anche d'altri animali senza snudarne i nervi, ec..

Digitized by Google

Pr. 58. Anche per eccitare il sapor acido sulla lingua, tenendo la di lei punta applicata al primo Conduttore della Macchina elettrizzata *positivamente* (+ E), e molto più per eccitarvi il sapor alcalino tenendola applicata all'altro conduttore annesso a' cuscini ed elettrizzato *negativamente* (— E) fa bisogno che la macchina elettrica metta in moto una corrente assai copiosa di fluido. Egualmente copiosa se non anche dippiù vuol essere tale corrente continuata, e senza salto, per rendersi sensibile all'organo del tatto, per eccitare cioè bruciore nell'occhio, nelle ferite di senso squisito ec., dico senza salto; giacchè se questo ha luogo per qualche interruzione ne' conduttori, per non essere tali parti sensibilissime applicate immediatamente a quelli, saranno le medesime vivamente punte ad ognuna di tali scariche anche leggiere (*).

[1] Pr. 58. Ora veniamo alla difficoltà più addietro accennata (Pr. 49). In vi-

(*) Queste sensazioni di sapore sulla lingua, di bruciore nell'occhio ec. sono deboli ne' primi istanti, e van crescendo col continuar della corrente elettrica sempre abbondante e dell'istesso tenore. Anzi il bruciore insensibile affatto per più minuti secondi, tirando in lungo l'esperienza comincia a farsi sentire, cresce e arriva finalmente ad essere quasi insoffribile a capo di uno o due minuti primi.

Non è così delle contrazioni de' muscoli; giacchè ad eccitar queste basta che il fluido elettrico in quella quantità che è necessaria faccia incursione un momento solo in essi muscoli, o piuttosto nei nervi, che a quelli vanno: anzi eccitata una volta la contrazione, vi succede tosto il rilasciamento, ancorchè la stessa corrente elettrica si mantenga e rimane il muscolo in questo stato naturale senza più risentirsi: pare che esso, o i suoi nervi si adattino a questo stimolo: tornano però essi a risentirsi qualunque volta cessi ad un tratto, e ad un tratto si rinnovi la corrente. Per tal modo con sì fatti interrompimenti e ritorni frequenti, può indursi ne' muscoli uno spasmo continuo, un vero tetano; non già lasciando che la corrente elettrica, sia quanto si voglia forte, prosiegua non interrotta ed equabile. Anche per questa ragione riesce difficile di eccitare le convulsioni nella rana collocata in una serie di conduttori, mai interrotti, ne' quali la Macchina elettrica mandi e promuova una corrente continua di fluido: al primo far girare il disco, o cilindro, il fluido elettrico che passa è troppo poco, va egli poi crescendo mano mano; ma i nervi e muscoli eccitabili van anche adattandosi in guisa da non risentirsene; e così giacciono immobili. Vi vorrebbe dunque che potesse sorprenderli e invaderli ad un tratto la corrente già cresciuta; ma come fare? Ecco l'espediente, di cui mi servo. Colloco la rana tra il primo Conduttore armato di punte, ed il Conduttore attinente ai cuscini, in guisa che tocchi le estremità dell'uno e dell'altro e li metta così in comunicazione: formo poi un'altra miglior comunicazione tra i medesimi per mezzo di una verga metallica, che riposa sopra ambedue. Così stando le cose, e facendo giuocare la Macchina, il fluido che circola, passa dall'un Conduttore all'altro per la via dell'intermedia verga metallica; piuttosto che per quella della rana, che è molto men perfetto conduttore. Or quando l'elettricità è in pieno corso, levo via ad un tratto codesta verga; con che la corrente qual essa sia deve tosto invadere l'unica strada che le resta cioè la rana; e con siffatta $\begin{matrix}\text{improvvisa}\\ \text{rapida}\end{matrix}$ incursione ec. stimolarla e scuoterla; come infatti accade, quando tal corrente, secondo lo stato di essa rana, preparata cioè del tutto, o solo in parte, o non affatto preparata, è copiosa abbastanza, come.....

[1] *Numerazione errata nel Mns.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

sta di tali prove coll'elettricità ordinaria delle Macchine, e dei conduttori, non si sa comprendere come nelle sperienze di quell'altra arcana elettricità la debole corrente che il semplice contatto di due metalli può muovere, sia valevole ad eccitare energicamente i muscoli e i nervi; a indurre contrazioni spasmodiche in una rana anche non preparata intieramente, anche intiera e intatta; e così pure ne' muscoli di altri animali in parte solo snudati; a destare sensazioni vive di sapore, di bruciore ec., insomma a produrre tutti quegli effetti che giunge appena a produrre la corrente elettrica abbondantissima, fornita da una Macchina che giuochi per eccellenza, come si è veduto.

Pr. 59. Rispondo a questa difficoltà, la quale è invero di qualche peso; che, sebbene la *tensione* elettrica che può produrre sia picciolissima, non marcabile al più sensibile elettrometro, nulladimeno non è poi una estremamente picciola quantità di fluido elettrico come si vorrebbe credere, quella che va passando da un metallo all'altro, dall'Argento allo Stagno, ec., in virtù del mutuo loro contatto, e forma una corrente in giro, allorchè per l'interposizione d'altri conduttori il circolo è compito, e il movimento di esso fluido è per tal modo affatto libero: ella è anzi una quantità considerabile, come ho già accennato potersi presumere, (Pr.), quantità, non temo ora di dire, eguale per lo meno a quella che ogni istante fa scorrere in una serie di conduttori continui la miglior Macchina elettrica. Ciò può sembrare a prima giunta esorbitante, e affatto incredibile, ma cesserà di parerlo tosto che ci richiameremo la riflessione (Pr.) cioè che per quanto grande sia la quantità di fluido fornita in un tempo anche non molto lungo, quella assegnabile a ciascun istante, è ben poca cosa. Quanto poco infatti vi vuole di fluido per portare ad un Conduttore non grande un'Elettricità di 1. o 2. gradi del Quadrante Elettrometro, ossia di 10 o 20 dell'Elettrometro a paglie! Or bene se supponiamo che altrettanto di fluido, o poco più, o poco meno scorra e ne trapassi i conduttori nelle sperienze di cui si tratta, in tempo es. gr. di un minuto terzo, o in un istante anche più breve, ciò basta, conforme abbiamo già veduto (Pr.) per iscuotere la rana anche non preparata, per eccitare vivo sapore sulla lingua, ec..

Pr. 60. È dunque, torniamolo a dire, picciola la quantità di fluido elettrico, che percorre l'indicato circolo di conduttori in un istante brevissimo; ma non è picciolissima: essa non è minore (per valerci di un altro confronto, che fa molto al proposito) di quella che si scarica da una boccia di Leyden molto grande, o da una Batteria elettrica, caricate a $^1/_{100}$ o a $^1/_{1000}$ di grado.

Pr. 61. Voi sapete troppo bene, che per formare una tal carica.....

Digitized by Google

J 43.

[1] Pr. Une autre difficulté qui merite consideration est celle-ci. Quoique une petite électricité suffise pour exciter les contractions musculaires ec., et une très-petite pour les exciter dans une grenouille preparée, lorsque cette électricité se trouvant accumulée dans un Conducteur se decharge tout-à-coup, et traverse en un instant les muscles ou nerfs excitables; il est encore bien loin, qu'un Conducteur de mediocre capacité et electrisé si foiblement qu'il ne donne aucun signe à l'Electromètres très-sensible de BENNET, puisse produire un tel effet: il faut une électricité au moins de 4, 6, 10 degrés de cet Electrometre, d'1. 2. degrés de celui à pailles, ec.. Que s'il s'agit d'une électricité qui ne s'accumule, qui ne se decharge point tout d'un coup, ou par saut, mais qui coule par un courant continuel dans une suite de conducteurs entre les quels la grenouille se trouve comprise, si par ex. celle-ci est interposée au premier conducteur de la machine electrique, et à un second qui communique avec les conducteurs des coussins, ou avec le plancher, il faut pour exciter les convulsions que le courant électrique soit assez riche, que la machine fournisse abbondamment. D'après ces épreuves avec l'électricité ordinnaire des machines et des conducteurs, on ne sçauroit concevoir comment le petit et foible courant que les simple contact de deux metaux peut occasionner, soit capable d'exciter vivement les muscles et les nerfs, de secouer la grenouille, même non preparée, de produire les sensations de saveur, ec..

Pr. Je reponds à cette difficulté, que quoique la *tension* electrique soit très-petite, ce n'est vraisemblablement pas une si petite quantité de fluide, comme on pourroit penser, qui passe d'un metal à l'autre, de l'argent à l'étain, ec. en vertu de leur contact mutuel qui se fait soit en un grand soit en un petit nombre de points, et forme le courant, lorsque par l'interposition d'autre conducteurs humides le cercle est complet, et le mouvement du fluide électrique est par tout assez libre. C'est une quantité assez considerable, comme j'ai déja indiqué (Pr.) qu'il y a lieu de presumer, quantité non moindre que celle qui se decharge d'une bouteille de Leyde fort grande, ou d'une Batterie chargée à $^1/_{100}$, ou $^1/_{1000}$ de degré.

Pr. On sçait que pour former une telle charge, qui ne donne ni étincelle, ni le moindre signe au plus sensible Electrometre, qui est arretée absolument

[1] *In questo § cessa la concordanza di L* 11 *con J* 43. *Si pubblica questa parte di J* 43 *perchè arriva alla conclusione dell'argomento.* [*Nota della Comm.*]

Digitized by Google

par le moindre intervalle ou interruption dans l'arc conducteur, et, si non arretée, au moins retardée beaucoup par l'interposition d'un papier fin et un peu sec, ec., qui en un mot a une *tension* insensible, pour former, dis-je, une telle miserable charge il faut une quantité de fluide électrique non moins grande que celle qui produit une *tension* bien remarquable dans un simple conducteur de mediocre capacité, qui affecte très-sensiblement les Electrometres, et se decharge à la distance de plusieurs lignes avec une vive étincelle. Cette quantité assez considerable de fluide électrique, qui reçu dans une grande bouteille de Leyde ou dans une Batterie y forme une charge si foible, qu'elle ne sauroit donner aucun signe à l'Electrometre le plus sensible, ni franchir pour se decharger le moindre intervalle, la plus petite interruption dans l'arc conducteur, moins se manifester par une étincelle, est pourtant capable de secouer une grenouille, même non parfaitement preparée, même entiere, qui fasse partie de l'arc non interrompu, d'exciter la lumiere dans l'œil, ec..

Pr. Or tout cela a lieu egalement à l'égard du courant électrique occasionné par le simple contact de deux métaux différents dans les circonstances decrites: ce courant ne donne ni étincelle, ni aucun signe à l'Electrometre; il n'a pas la force ou *tension* de vaincre la moindre interruption, qui se trouve dans le cercle; et cependant il est assez puissant pour exciter des fortes convulsions dans la grenouille même non preparée, des sensations de saveur sur la langue, de lumiere dans l'œil, ec.. Il faut donc croire que la quantité de fluide qui forme ce courant, et qui fait en très-peu de tems tout le tour, est encore ici considerable, non moindre que celle qui dans un tems egalement court parcourt l'arc conducteur dans l'autre expérience de la Bouteille de Leyde ou Batterie chargée a $^1/_{100}$ ou $^1/_{1000}$ de degré: une quantité de fluide électrique qui n'est pas, je le repete, si petite, comme on auroit pu croire; mais animée, dans un cas comme dans l'autre, d'une très-petite *tension*; d'ou resulte un effet encore sensible sur certaines parties animales, qui sont des Electrometres d'une nouvelle espece, et d'une prodigieuse sensibilité.

Pr. Le courant électrique excité par le contact de métaux differents dans un cercle non interrompu de conducteurs, est donc egal à celui que produit la decharge d'une très grande bouteille de Leyde chargée très-foiblement, tant pour la quantité mediocrement grande de fluide qui fait le tour dans un tems fort court, que pour la très-petit *tension*, ou force avec la quelle ce fluide est poussé; avec tout cela il y a une difference bien remarquable; et c'est que le courant produit dans l'arc conducteur par la decharge de Leyde est momentané, ou ne dure que quelques instants; tandis que le courant excité dans le cercle complet formé de conducteurs humides et de métaux différents, par l'action que ceux-ci deployent dans les points de leur contact mutuel, est un courant qui continue sans cesse tant que le dit cercle n'est point interrompu, ec..

Digitized by Google

Pr. On doit donc le comparer, mieux qu'à une decharge électrique quelconque, à cette électricité qui coule plus ou moins en abbondance, paisiblement, et sans interruption du premier Conducteur de la machine au Conducteur du Coussin, avec lequel il communique, retourne au premier Conducteur, ec. continuant de circuler tant qu'on entretient le jeu de la machine: comparaison indiquée au commencement de cet écrit (Pr.).

Pr. Oui, le courant mis en train par le simple contact des métaux dans un cercle complet de conducteurs n'est pas moins abbondant que celui suscité et entretenu par une Machine électrique qui joue passablement bien dans une suite de conducteurs qui ne peuvent l'arreter; et il n'est pas moins continuel.

Pr. Quelque paradoxe au reste que puisse paroitre cette circulation continuelle de fluide électrique dans des conducteurs communiquants et en repos, en vertu d'un simple contact de deux métaux différents, elle est demontrée par des preuves de fait et au surplus il ne me serait pas difficile d'expliquer d'une maniere passablement satisfaisante, de même que le principe, cette merveilleuse continuation de mouvement du dit fluide. Mais je ne veux pas à present aller plus loin dans ces recherches. Je me contenterai donc de dire, que de la même maniere que la circulation du fluide électrique produite par le frottement continue dans les circonstances indiquées tant que le frottement est lui-même continué; la circulation produite par le simple contact des métaux differents se soutient aussi, tant que ce contact dure et que le cercle conducteur n'est point interrompu. En effet si l'action du frottement se reduit à celle du contact, comme je conçois (Pr.) pourquoi l'action qu'exerce le simple contact continué ne seroit-elle pas aussi durable que celle qu'exerce le frottement continué?

Pr. Pour ceux qui douteroient non pas seulement de la raison mais du fait, laissant à part mille autres expériences, je leur rappellerai celles de la saveur excitée sur le bout de la langue lorsqu'elle fait partie d'un cercle conducteur, dans le quel deux métaux differents, par ex. Argent et Etain, ou mieux Argent et Zinc sont portés à un contact mutuel. N'eprouve-t-on pas que la sensation d'abord petite augmente à mesure qu'un tel contact dure, et que le cercle n'est nulle part interrompu? Il en est de même en faisant l'experience sur l'œil, sur-tout en lui appliquant immediatement le piece d'étain ou de zinc et en l'appliquant vers son angle interne, près de la glande lacrymale: il s'y excite peu-à-peu une sensation douloureuse, une cuisson, qui en continuant l'experience plus d'une minute devient insupportable. Cette augmentation de sensation indique assez que l'action stimulante et en conséquence le courant électrique qui la produit, est subsistant et durable; autrement elle s'affoibliroit plûtôt, que d'augmenter comme elle s'affoiblit en effet, lorsqu'on interrompt le cercle.

Digitized by Google

Pr. Si on reflechit qu'on excite également au surplus, petit-à-petit la sensation de saveur sur la langue, et de douleur dans l'angle de l'œil, en appliquant à ces parties le premier Conducteur de la Machine électrique qui joue bien et fournit assez abbondamment, sensations qui vont en augmentant jusqu'à un certain point, à mesure que continue l'électrisation, il ne restera plus de doute sur la continuation de courant électrique dans les éxpériences en question, tant que les contacts métalliques, et la continuité du cercle conducteur se soutiennent.

Pr. Enfin et pour conclure, il n'y aura plus de difficulté à croire, que ce soit le veritable fluide électrique pur et simple, le fluide électrique proprement tel, qui est mis en mouvement dans ces sortes d'expériences; et on renoncera à toute idée d'un autre fluide analogue seulement au fluide électrique, mais différent dans le fond, ou vraiment du même fluide électrique differemment modifié, ou animalisé en certaine maniere, qu'on a appellé *Electrico-animal* ec., on renoncera, dis-je, à ces imaginations vagues, qui au lieu d'eclaircir rendent les phénomenes plus confus et inintelligibles (on peut consulter à ce propos la longue note au commencement de ma 3ᵉ lettre à l'Abbé VASSALLI) et on se tiendra au fluide électrique commun tel qu'il est, se comportant ( ) et agissant tout-à-fait dans les manieres déja connues, avec cela seulement de plus, que il n'a pas besoin comme on avoit cru, pour être incité originairement et mis en mouvement, pour passer d'un corps à l'autre du frottement de deux corps de differente espece dont un au moins soit cohibent; mais qu'il suffit pour cela du simple contact des conducteurs différents; qu'une électricité quelconque est produite de cette maniere, ec..

Pr. La seule chose qui pouvoit laisser encore quelque doute sur l'identité parfaite du fluide mis en mouvement par cette derniere maniere avec le fluide électrique commun, c'est le defaut des signes électriques ordinnaires: jamais on n'avoit pu obtenir dans ces expériences le moindre mouvement dans les Electrometres les plus sensibles. Maintenant donc que je suis parvenu à obtenir ces signes électriques très-marqués, et si d'électricité *en plus* et d'électricité *en moins*, comme on a vu (Pr.); que par ces nouvelles expériences je montre directement que l'électricité *en plus* resulte dans l'étain touché par l'argent et dans celui-ci l'électricité *en moins* et ainsi dans les autres métaux conformément à ce que j'avois déja conclu d'autres expériences, et dressé d'après les mêmes une table des métaux suivant que dans le conctat mutuel un soutiroit le fluide électrique à l'autre ec., rien ne manque plus à la demonstration complette de la chose; et à la confirmation de mes principes.

Digitized by Google

XIX (B).

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
	Cart. Volt.: I 41, I 42, **I 43, J 42 b, L 12.**

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da J 42 b.

DATA: da J 42 b.

J 41, è costituito da vari foglietti con appunti numerici e annotazioni di esperienze.

J 42, contiene la minuta di alcuni paragrafi.

J 42 — L 12 — I 43, che si seguono naturalmente, costituiscono, a meno di un foglio di L 12 (L 12 a, contenente ripetizioni di un brano), notevolissima parte della lezione francese della Memoria col titolo esposto in esteso (che si pubblica), ed i sommari di quattro articoli dei quali due intieramente svolti in 59 paragrafi. Si pubblica per intero il secondo articolo che costituisce un'ampia Monografia sul duplicatore di Nicholson, sulle modificazioni apportatevi dal V., sugli studi ed esperienze sue con lo stesso. Del primo articolo, i paragrafi del quale sono eguali a quelli del N. XVIII (A) (Cart. Volt. L 11), si pubblicano il sommario ed una nota relativa all'epoca della redazione della Memoria.

La ricostruzione di questo numero si ottenne osservando che una evidente lacuna di J 42 è colmata da L 12 e che I 43 fa seguito a J 42.

Digitized by Google

Digitized by Google

Art. I [1].

Le même principe ou pouvoir, qui excite l'Electricité par le frottement de deux corps, dont un au moins soit *cohibent*, c. à d. impermeable au fluide électrique, en excite une par le simple contact mutuel des corps très-permeables, ou *Conducteurs*, sur-tout métalliques, pourvu seulement qu'il soient différents entre eux. Modifications de ces Electricités dependamment d'une telle perméabilité ou imperméabilité des dits corps [2].

Art. II [3].

Observations sur le Duplicateur Electrique de NICHOLSON. Accidents et variations, auxquelles il est sujet: Causes, et circonstances, qui influent sur ces variations. Comment, malgré cela, on en peut obtenir des resultats certains pour découvrir, et rendre très-apparents des électricités étrangères trop foibles pour se manifester sans un tel secours.

Pr. 16.

Le *Duplicateur* de NICHOLSON fondé sur les mêmes principes de mon *Condensateur* que j'ai developpés dans le Memoire qui en traite (Phil. Transact. Vol.), et dans d'autres écrits concernant *la Capacité des Conducteurs Conjugués* (comme j'aime d'appeller ceux, qui se présentent de près une large sur-

---

[1] *Sommario tratto dal Mns. J 42 b. Non si pubblica il testo dell'Articolo I per evitare ripetizioni.* [*Nota della Comm.*].

[2] *A questo Art. 1 è unita la seguente Nota:*

Ce Memoire étoit déjà composé pour la plus grande partie en 7bre de l'année passée 1796, comme j'en donnai avis au meme d. van Marum dans une autre lettre du 8. 8bre. Notre correspondence ayant été malheureusement interrompue, j'ai changé et ajouté à cet écrit plusieurs choses à mesure que dans cet intervalle d'une année, mes expériences, et mes découvertes, ont avancé, et repandue une plus grande lumiere sur le sujet.

[3] *Sommario tratto dal Mns. J 42 b.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

face) capacité beaucoup plus grande que celle des *conducteurs libres* ou solitaires; cet instrument très-ingenieux et très-utile, construit en forme d'une jolie petite machine, consiste en trois plateaux, ou disques métalliques A, B, C, de deux à trois pouces de diametre, et un arbre ou axe cilindrique en partie de metal, terminé par une boule pareillement métallique D, et en partie de verre, garni à cette autre extrémité d'une manivelle, pour le faire tourner sur un support ou colomne, dont le chapiteau creusé en forme de canal et garni d'un couvercle ou calotte de la même forme le soutient au milieu, et l'arrete, à peu près comme est soutenu et arreté l'arbre d'un tour en l'air. Cette colomne peut être entierement métallique, ou n'avoir de metal que le dit chapiteau, et le reste de bois: il est pourtant avantageux qu'une partie au moins de la colomne soit de verre, pour avoir, lorsqu'on le veut, toute la machine isolée; ce qui donne lieu à plus de variété dans les expériences.

Pr. 17.

Or des trois disques A, B, C, les deux premiers sont implantés par un petit bras cilindrique de verre (un pouce de longueur est plus que suffisant, surtout si le verre est incrusté de cire d'espagne, ce qui le rend beaucoup plus isolant) dans le chapiteau de la colomne, le disque A à droite, le disque B à gauche, chacun dans un plan vertical; et ils restent fixes et immobiles dans cette situation: le troisieme disque C est porté aussi dans un plan vertical par un bras isolant qui s'implante à angle droit dans la partie métallique de l'arbre tournant, et tenu de maniere, qu'à chaque tour qu'on lui fait faire il se presente de face, et passe devant l'un, et devant l'autre disque fixe à une petite distance. Enfin il y a des aiguilles ou fils métalliques adaptés convenablement pour établir des communications, les changer, et les ôter à propos; sçavoir de la maniere suivante:

1) Lorsque le disque mobile C arrive justement en face du disque fixe B il rencontre et touche un fil ou aiguille attachée au chapiteau, qui le fait par conséquent communiquer avec toute la partie métallique de l'arbre tournant terminée par la boule D, et avec le plancher, si cet ensemble de pieces n'est pas isolé; en même tems qu'un autre fil métallique, qui traverse en forme de croix la partie isolante du même arbre vers la manivelle fait communiquer par la rencontre d'autres aiguilles les deux disques immobiles A, B entr'eux, mais nullement avec le plancher.

2) Lorsqu'au contraire le disque C ayant fait un demi tour se trouve vis-à-vis et exactement en face du disque A, celui-ci seul communique, par un autre aiguille saillante hors de la partie métallique de l'arbre terminée par la boule D, à cette piece, et au plancher, si elle n'est pas isolée; tandis que le disque mobile C reste absolument isolé.

Digitized by Google

Ainsi donc dans la 1.e maniere, sçavoir lorsque le disque tournant C est en face du disque B, il s'établit deux communications, une entre A et B, l'autre entre C et D: dans la 2.e maniere, c. à. d. lorsque par un demi tour le même C est porté vis-à-vis de A, il s'établit une seule communication, et c'est entre A et D.

3) Enfin dans toute autre position chacun des trois disques A, B, C reste isolé, et solitaire.

Pr. 18.

D'après cette construction du *Duplicateur* de NICHOLSON, qui ne differe de ceux de BENNET et de CAVALLO décrits dans le même Vol. 78. des Transact. Phil. (auquel je renvoye pour les détails) que par un arrangement beaucoup plus commode des pieces, qui en simplifiant infiniment la manœvre la rend aussi plus sûre, quiconque a une connoissance suffisante de l'*Action des Athmospheres électriques* pourra comprendre aisément le jeu d'une telle machine; sçavoir comment l'électricité portée de quelque maniere dans le disque mobile C doit occasioner [1] une électricité contraire dans les disques fixes A, B, auxquels celui-là se presente en face; et reciproquement: comment ces électricités opposées viennent à augmenter par chaque tour qu'on fait faire au disque C, de sorte qu'en multipliant ces tours on peut elever à plusieurs dégrés de l'Electrometre de CAVALLO, ou du mien à pailles, et jusqu'à la decharge d'une étincelle (qui se fait entre le disque tournant, et l'un ou l'autre fixe), on peut dis-je élever à une telle force des électricités si foibles au commencement, qu'elles n'auroient pu affecter sensiblement, ou mouvoir d'un seul dégré le Thermoscope [2] le plus delicat de BENNET, ou à feuilles d'or: comment ces augmentations successives des électricités se font dans une proportion plus grande à mesure que le disque tournant regarde de plus près dans son passage l'un après l'autre les disques immobiles, de sorte que si la distance est extremement petite, l'électricité peut s'accroitre presque du double à chaque tour: ce qui a fait donner justement à cette machine le nom de *Duplicateur*.

Pr. 19. Celui, que j'ai pu me procurer il n'y a pas long-tems, et dont je me suis servi pour les expériences, que je décrirai ci-après, ne multiplie pas tant. Les trois disques n'ont que 2. pouces de diametre, et sont de même que les fils qui établissent les communications convenables (Pr. 14), et tout le reste, excepté le pied et les bras isolants (ib.) ils sont tous de laiton: on peut

[1] *Qui si interrompe J* 42 *e continua in L* 12 [*Nota della Comm.*].

[2] *Evidente lapsus calami del V.: intendasi* « ELECTROSCOPE. » [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

pourtant remplacer l'un ou l'autre de ces disques par d'autres d'argent, d'étain, de zinc, ec. à volonté: ce qui procure un autre moyen de varier les expériences, et peut conduire à de nouvelles découvertes (*).

Le disque mobile lorsqu'il se présente en face à chacun des disques fixes se tient à la distance d'1. ligne environ. Par cette distance considerable, aussi-bien que par la perte inevitable d'une partie plus ou moins grande d'électricité, qui dans le tems que dure le jeu de la machine, s'échappe le long des bras isolants, qui ne le sont presque jamais à perfection, et dans l'air plus ou moins humide, il me faut tantôt 3. tantôt 4. tours (et même 5, 6, 8, 10 s'il y a beaucoup d'humidité) pour augmenter du double l'électricité dans les disques; c. à. d. que si elle est d'1. degré au commencement, elle n'arrivera à 2.^{ds} qu'après 3. ou 4. tours, à 4^{ds} qu'après 3. ou 4. nouveaux tours, à 8^{ds} après 3. ou 4. tours; encore, et ainsi de suite (**).

Pr. 20. De cette maniere il m'est aisé d'evaluer, au moins en gros, par le nombre de tours nécessaires à porter les électricités opposées du disque mobile et des disques fixes à un point sensible, assez par ex. pour faire eléver d'1. degré, de 2. ec. l'electrometre à paille (ou celui beaucoup plus sensible à feuilles d'or), appliqué convenablement à un de ces disques, de quelle force pouvoit être cette même électricité tout à fait imperceptible avant qu'on fit tourner la machine, une électricité par ex. extremement foible qu'on auroit communiquée à l'un ou à l'autre de ces disques, soit exprès par un moyen quelconque, soit par hasard et sans le vouloir, par quelque friction de corps cohibents, ou mauvais conducteurs, et même par le simple attouchement de conducteurs assez bons, mais différents ec., une électricité excitée ou donnée long-tems avant, et pas encore detruite entierement ec. Faut-il par ex. 24. tours pour faire indiquer à l'electrometre mis en communication soit du disque mobile, soit du disque fixe B placé à gauche (ce qu'on fait plus avantageusement) 4 degrés? je calcule que l'électricité étoit 64. fois ou 256 fois plus foible, et qu'ainsi elle n'arrivoit au commencement qu'à $^1/_{16}$; ou à $^1/_{64}$ de degré, selon que 4. tours, du dit duplicateur ou que 3. suffisent dans les circonstances actuelles pour la doubler: ce que je puis verifier sur la charge en observant s'il en faut veritablement 3. ou 4. de ces tours, ou combien il en faut pour porter

(*) Je rapporterai ailleurs les resultats divers que j'ai obtenus, par des tels changements des disques; et les idées auxquelles ils ont donné lieu.

(**) Je ai reussi quelques fois à doubler l'électricité à chaque deux tours; c'étoit par un tems très-sec, l'Hygrometre de SAUSSURE à cheveu marquant entre 50. et 60. d.^{s} Au contraire dans les tems et lieux fort humides souvent 10, et jusqu'à 12. tours suffisoient à peine à produire une telle duplication, et ne suffisoient pas même lorsque l'Hygrometre marquoit 90. d.^{és} ou davantage. C'est par une humidité moyenne entre 70. et 80. d.^{és} qu'on double justement l'électricité chaque 3. ou 4. tours du duplicateur dont je me sers.

Digitized by Google

l'électricité de ces 4. degrés à 8. ec.. Que si l'expérience m'apprend que ces 3. tours ne suffisent pas pour doubler l'électricité, et que 4. soient de trop, comme il arrive le plus souvent, dans ce cas il faudra prendre une moyenne: ainsi supposé comme ci-dessus, qu'avec les 24. tours je l'ai portée à 4. degrés, je dois juger qu'elle étoit originairement entre $^1/_{16}$, et $^1/_{64}$ de degré, plus près de l'un ou de l'autre terme, suivant que l'augmentation approche plus d'être double après 4. ou après 3. tours.

On voit par tout cela, que je dois me contenter d'une évaluation en gros: ce qui pourtant me suffit pour les objets que j'ai en vue dans les expériences, dont je vous entretiendrai incessamment.

Pr. 21. J'ai déja indiqué (Pr. 18) que les augmentations de l'électricité suivroient une proportion plus grande si le disque mobile se présentoit aux disques fixes à une plus petite distance, comme d'$^1/_2$, ou d'$^1/_4$ de ligne. Mais pour des expériences de comparaison je trouve plus avantageux, que les differences soient marquées par un plus grand nombre de tours; qu'il faille plûtot 4. ou 5. tours pour doubler l'électricité, que 2, ou 3. D'ailleurs la construction de la machine, et sa manœvre sont beaucoup plus aisées en faisant que le disque mobile se presente à chacun de deux autres fixes à la distance de $^3/_4$ ou d'1. ligne entiere, qu'à celle d'$^1/_2$, d'$^1/_4$, ou moins, étant trop facile dans ce cas qu'ils se touchent par accident, ce qu'on doit absolument éviter.

Pr. 22. Je passe maintenant à observer avec BENNET, CAVALLO, NICHOLSON, auteurs des differens *Condensateurs*, et avec tous ceux qui se sont occupés de semblables expériences, que si la machine avec toutes ses pieces est en ordre, et les isolements se trouvent suffisamment bons, on en obtient toûjours, quand même il paroit qu'on ne devroit pas s'y attendre, des signes d'Electricité par un nombre plus ou moins grand de tours. Pour la mienne (Pr. 19) je n'en ai jamais dû employer plus de 60, excepté que l'air fût très-humide (*), et communément 40-50 suffisent (**), lors même que j'ai employé les moyens qu'on croit les plus efficaces pour la dépouiller de toute électricité contractée précedemment, que je l'ai laissée en repos des jours entiers, que j'ai touché à plusieurs reprises et longuement les disques metalliques, ou que je les ai fait communiquer par les meilleurs conducteurs avec le sol humide, ec.. Il y a donc toûjours dans ces disques quelque peu d'électricité, soit de celle qu'on a fait jouer dans les expériences précedentes, et qu'on y avoit élevé à un degré sensible, soit d'une électricité nouvelle contractée par ces mêmes disques de l'air, des vapeurs, ou en vertu de quelque friction

(*) Par une humidité continuée et supérieure aux 85. et 90. de^{es}. il m'a fallu quelques fois 80, 90, 100. tours avant obtenir un dégré sensible d'électricité; et près de l'humidité extrême n'ayant plus d'isolement je n'ai rien obtenu du tout.

(**) Dans un tems extremement sec 30. tours ou moins font l'effet; et par une grande

Digitized by Google

ou attouchement de corps de differente espece, sur-tout de métaux differents, ce qui ne manque jamais d'en produire une, comme je montrerai: enfin il existe toûjours, ou il se produit, entre le disque mobile et les fixes quelque excès et défaut respectif de fluide électrique; jamais l'equilibre exact n'a lieu. Une telle électricité après qu'on a tout fait pour la detruire peut bien être inconcevablement petite, mais elle sera toûjours plus que zero (le quel zero d'électricité, c. à. d. un parfait équilibre ne peut avoir lieu que très difficilement, et quand il existeroit une fois ne peut gueres durer); et on pourra toûjours l'elever à un degré sensible moyennant un nombre plus ou moins grand de tours d'un *duplicateur* bien construit, et en bon ordre (comme j'ai dit au commencement de ce Pr.).

Pr. 23. Celui que j'ai fait construire pour mon usage, et qui par les raisons indiquées (Pr. 19) n'augmente pas les électricités des disques à chaque tour, autant qu'il seroit possible, de sorte que dans les circonstances assez favorables il faut au moins 3. tours pour doubler ces électricités (Pr. cit. et Not.), ce Duplicateur, qui n'est par consequent pas le plus actif après l'avoir laissé plusieurs jours dans une chambre temperée, où l'Hygrometre de SAUSSURE à cheveu se trouvoit entre 75. et 80. degrés, lorsque j'ai taché de le purger de l'électricité précedente par des attouchements assez longs et souvent reitérés de mes doigts humides portés sur chaque disque, et sur les autres pieces métalliques, et par un repos de 8. 10. 12. heures, et même d'un ou de deux jours, est encore en etat [1] si on fait faire à son disque mobile 35-40 tours, de faire donner tant à ce même disque, qu'aux autres fixes, des signes d'électricité, au point de produire dans l'électrometre à pailles minces un écartement d'1. ligne (que j'evalue pour 2. degrés), et davantage, et dans ce-lui à feuilles d'or battu, que j'aime d'appeller *Microelectroscope*, un écartement de plus de 4. lignes (*). Que si les isolements se trouvoient dans le meilleur état, si l'ambient auquel reste exposé mon instrument étoit depuis long-tems beaucoup plus sec, l'hygrometre marquant au dessous de 70, de 65, et de 60. degrés au même hygrometre à cheveu, dans des circonstances si favorables, où 3. tours, ou 2. suffisoient pour doubler l'électricité, (Pr. 19. not.), je n'avois besoin pour obtenir de tels signes d'électricité, en depit des dits attouchements et repos prolongé à quelques heures, que de 30, 25, 20, tours ou moins.

---

secheresse, où l'hygrometre se tient entre les 50 et 60. d.es, où deux tours suffisent pour doubler l'électricité (Pr. 19 Not.) moins de 20. tours en font paroitre quelques signes.

[1] *Qui finisce L* 12 *e riprende J* 42. [*Nota della Comm.*].

(*) Le plus sensible de mes électrometres à paille l'est 4 fois moins d'un à feuilles d'or, dont je me sers, et qui n'est pas encore le plus delicat de cette espece. Ainsi mes degrés d'électricité étant comptés sur un tel électrometre à pailles par chaque demi ligne d'écartement, ils repondent chacun à 2. lignes de cet autre microelectrometre.

Digitized by Google

Pr. 24. Au lieu de toucher séparément chacun des disques ec. pour détruire dans tous l'électricité il est beaucoup plus expedient mettre en communication à la fois toutes les pieces métalliques entr'elles, et avec le grand receptacle de la terre, pour ôter en un mot tout isolement, de porter le doigt un peu humide, ou tel autre conducteur qu'on voudra, nullement isolé, mais en communication avec le sol, de porter ce doigt en même tems et sur le disque fixe B, et sur le disque mobile C qu'on aura arrété justement vis-à-vis de lui; cette position étant celle qui fait communiquer tant les deux disques fixes A, B entr'eux, que le dit disque mobile C avec la boule D par des fils métalliques disposés a cet effet (Pr. 17). Dans ces circonstances donc il suffit de toucher à la fois avec le doigt, ou avec une piece métallique les bords des deux disques B, C, qui se trouvent en face l'un de l'autre, pour établir une complette communication de toutes les pieces, et procurer possiblement au plûtot l'extinction de l'électricité en elles. Je dis possiblement au plutôt, car il faut pour cela un tems plus ou moins considerable. Tachant de la détruire, ou de la dissiper d'une autre maniere, sçavoir par l'interposition entre les mêmes disques B, C d'un carton humide, qui se prolonge jusqu'à la table, ou au pavé, et les touche même amplement, je ne réussis pas encore à obtenir une extinction totale en plusieurs minutes, ni même au bout de quelques heures; puisqu'avec 40, 50, ou tout au plus 60. tours par un tems ni sec ni trop humide (70-80. d.^{és} de l'Hygrometre), la même électricité paroit de nouveau, et fait donner à l'Electrometre 1, 2, 3. dégrés. Il ne m'a pas été non plus possible de la détruire tout-à-fait en interposant aux deux disques B, C en plein contact avec leur faces un fil ou lame métallique, qui se prolongeoit jusqu'à terre, et la laissant en place plusieurs heures, quand même cette lame et les disques étoient de la même espece de metal, si l'air étoit extrememement humide (on verra ensuite pourquoi je note cette circonstance): toûjour: 50, 60, 80, 90, 100 tours (Pr. 22 not.) du disque mobile m'ont suffi pour obtenir nouvellement des signes sensibles d'électricité.

Pr. 25. Maintenant si nous nous en tenons aux progressions indiquées ci-dessus (Pr. 20) pour les augmentations des électricités, si nous supposons par ex. qu'elles augmentent du double tous les 4. tours (ce qui est à-peu-près le plus juste pour le Duplicateur, dont je me sers, et par une temperature humide moyenne), toutes les fois qu'il faudra 40. tours, pour faire que l'électricité du disque mobile s'éleve par ex. à 4. dégrés de mon électrometre à pailles, nous devrons donc conclure que cette électricité n'arrivoit pas avant le premier tour à $^1/_{250}$ de dégré.

Pr. 26. Tel doit donc être, ou surement pas plus grand que cela, le residu d'électricité, que retiennent opiniatrément les disques de mon Duplicateur, lorsque malgré qu'ils ayent touchés et retouchés, et mis en communication moyennant des conducteurs humides ou métalliques avec le pavé, et abandonnés

Digitized by Google

à un repos de plusieures heures, ils me donnent encore des signes au point d'élever l'électrometre à pailles à-peu-près à 4. dégrés, sitôt que je fais faire au disque mobile environ 40. tours, comme il arrive ordinairement qu'un tel nombre de tours suffise (Pr. 22. et prec.). Que s'il en faut 50, 55, ou 60, comme il arrive aussi quelques fois, soit après un plus long repos, soit à la suite d'attouchements plus étendus, et continués plus long-tems avec les meilleurs conducteurs, il faudra croire, que l'électricité en question fût au dessous d'$^1/_{1000}$ de degré, qu'elle n'arrivât peut-être pas à $^1/_{4000}$ à $^1/_{8000}$ ou à $^1/_{10000}$; qu'elle fût bien petite et plus qu'imperceptible; toûjours pourtant quelque chose capable toutefois de devenir sensible à l'aide du Duplicateur. Quel instrument donc que ce Duplicateur qui nous met à même de découvrir, et d'évaluer en quelque maniere une quantité d'électricité si extremement petite!

Pr. 27. Cette difficulté, ce retard que presentent les disques métalliques de notre Condensateur, à se laisser depouiller de l'électricité une fois acquise, ne depend pas pour la plus grande partie du métal lui-même; lequel au contraire comme conducteur à-peu-près parfait, on peut croire, qu'il perde effectivement par des attouchements même passagers de tout conducteur aussi parfait, et de la même espece (on verra pourquoi je dis de la même espece), qu'il perde, dis-je, toute l'électricité, soit positive, soit négative qu'il possedoit; mais il dépend singulierement du corps cohibent qui isole chacun de ces disques, à la surface du quel corps avoit passé, et s'y étoit attaché ou imprimé en certaine maniere une partie de l'électricité du disque même. Cette électricité donc dont les disques ont été précédemment imbus, ou pour mieux dire la partie de cette électricité qu'ils ont laissé échapper et deborder aux limites de leur isolement, et qui a pu glisser plus ou moins avant sur la surface cohibente du verre ou de la resine, qui forme cet isolement (Pr. 17), cette électricité qui s'y est imprimée, et a de la peine à se détacher, est celle qui refluant peu-à-peu dans les mêmes disques, y fait paroitre pour si long tems des residus. La chose est très-naturelle, et facile à concevoir. Mais en vent-on des preuves directes? Qu'on électrise fortement, ou médiocrement une verge, ou une lame métallique montée (de même que les disques du Condensateur) sur un pied isolant, et qu'on la depouille aussitôt, ou mieux quelque tems après, par des semblables attouchements des doigt ec. de cette électricité, au point qu'elle ne donne plus aucun signe à l'electroscope; cela fait on n'a qu'attendre quelques minutes, et elle en donnera des plus ou moins foibles: ce qui fera voir evidemment le retour à sa place de cette électricité, qui s'écoulant du conducteur métallique s'étoit repandüe de proche en proche sur la surface isolante et y avoit été resté empreinte. Otez ce peu d'électricité rentrée avec peine et lentement dans le conducteur; et il y reparoitra un autre petit peu au bout de quelques autres minutes; et ainsi de suite, jusqu'à ce que les residus toûjours plus petits deviennent tout-à-fait insensibles.

Digitized by Google

Pr. 28. Voila donc ce qui arrive à notre petite machine. Lorsque l'électricité a été élevée à une certaine force dans les disques, et qu'elle a joué quelque tems il en deborde une portion, qui glisse et s'épanche comme elle peut sur la surface des bras isolants, au moins sur la partie de cette surface plus proche de ces disques électrisés; il s'en ecoule une portion plus ou moins considerable, qui s'étend et s'imprime plus ou moins avant, selon que la cohibence de la dite surface, qui n'est jamais parfaite et absolue, le permet. Vient-on à toucher avec des bons conducteurs non isolés ces mêmes disques pour les dépouiller de leurs électricités ? Ils s'en laissent effectivement priver en quelques instants comme on peut croire; il n'en retiennent peut-être pas la moindre parcelle; mais il n'en est pas de même à l'égard de la surface isolante, qui en a participé; les points de cette surface qui ont eté imbus d'une portion de la même électricité ne la lâchent pas si aisément, leur cohibence fait qu'elle y demeure attachée avec une certaine tenacité, et ne reflue dans les disques, d'où elles s'étoit ecoulée, qu'avec difficulté, et assez lentement.

Il faut donc plusieurs minutes, et quelques fois des heures avant qu'une telle électricité empreinte sur une plus ou moins grande partie des dites surfaces isolantes soit dissipée entierement; quand même les attouchements des disques, et leurs communications avec le pavé, seroient les meilleurs (Pr. 24), et continueroient tout ce tems. Que si on les laisse isolés ces disques après un seul contact momentané, ou prolongé seulement pour quelques instants, l'électricité dont il s'agit pourra durer des jours.

Or tant qu'il en reste une portion quelconque dans les bras isolants, ce residu ne cessant pas d'être attiré et sollicité vers les disques portés par les dits bras, voila qu'il y en entre un tant soit peu pendant même que la machine est mise en jeu, c. à. d. durant tout le tems qu'on fait tourner le disque mobile; et que ce tant soit peu, cette dose quelque petite qu'elle soit, acquirant les augmentations qu'un tel jeu du Condensateur occasionne, devient une électricité sensible au bout de 30, 40, tours, ec..

Pr. 29. Si l'électricité que retiennent les surfaces des bras isolants après que leurs disques ont été touchés et retouchés et qu'ils ont restés en communication avec le plancher assez long tems, est extremement foible, comme on vient de voir; celle au contraire qui subsiste, et y demeure empreinte peu après en avoir depouillé par des contacts et communications de peu des durée ces mêmes disques (dans lesquels on l'avoit élevée à un fort dégré, et fait jouer long-tems) est quelquesfois si considérable, qu'une autre électricité, communiquée à l'un ou à l'autre de ces disques moyennant une bouteille de Leyde, ou autrement, une électricité contraire, dis-je, forte d'$^1/_2$ et même d'1 degré, au lieu de prendre des augmentations à mesure qu'on fait tourner le disque mobile, diminue visiblement, disparoit et donne lieu enfin à l'ancienne électricité d'espece contraire.

Digitized by Google

Pr. 30. Il est à propos d'observer ici, que la difficulté, la lenteur avec laquelle l'électricité empreinte sur les bras isolants en est soutirée par les disques métalliques qu'ils portent, augmente à mesure qu'il y en reste moins, de sorte que les dernieres portions de cette électricité sont retenues beaucoup plus opiniatrément, et beaucoup plus long-tems que les premieres. Cela s'entend facilement; et nous fait voir la raison pourquoi les premiers attouchements faits aux disques de notre Duplicateur, et les premiers instants sont incomparablement plus efficaces pour en emporter l'électricité, que les suivants. Je vais en donner un exemple seul qui pourra suffire.

Pr. 31. Après avoir élevé l'électricité dans le Duplicateur à 4, 6, 10 degrés et arrété le disque C vis-à-vis du disque B, je touche avec le doigt legerement humecté, ou avec une piece métallique que je tiens à la main, les bords de ces deux disques: (ce qui établit une communication complette de toutes les pieces (Pr. 24)) je les touche un seul instant: cela suffit pour enlever entierement l'électricité residente en eux, et soutirer même une partie considerable de celle debordée et adhérente à la surface des bras isolants; de sorte que par cette double perte il ne faudra pas moins de 12 à 14 tours (par un tems ni fort sec ni trop humide) pour faire reparoitre l'électricité dans les mêmes disques, et l'élever à 1. ou 2. dégres. Je repete l'expérience avec la même charge d'électricité, que je tache de detruire avec des semblables attouchements, mais prolongés à quelques secondes; et il me faut alors 15 à 20 tours pour retablir le residu d'électricité à la même force de 1. ou 2. degrés. Il ne m'en faut pas un nombre beaucoup plus grand pour la retablir au même degré, lorque j'ai laissé durer les mêmes contacts, les mêmes communications avec le sol une minute premiere: dans ce cas 25 à 30 tours suffisent; et 35 à 40 lorsque ces communications ont duré 5, 8, 10 minutes. Enfin les ayant prolongées à une heure ou davantage, je remarque peu de difference encore, et quelques fois aucune, puisque 45, ou 50 tours font l'effet, ec. (*).

Pr. 32. Mais ce qui peut paroitre surprenant c'est qu'il arrive quelquesfois, que l'électricité qui reparoit dans les disques est contraire à celle dont ils avoient été imbus, que la positive donne lieu à la négative, et viceversa. J'ai observé non rarement cette inversion dans le Duplicateur dont je me sers. L'explication de ce phénomene n'est pourtant pas difficile, et se tire de l'action bien

(*) A moins que la disposition du Condensateur soit telle qu'il affecte décisément une électricité contraire à celle qu'on lui a communiquée et qu'on s'occupe à détruire par les moyens indiquées, dans ce cas elle se trouve presqu'entierement détruite en moins d'une heure, ou d'une demie heure, et quelquesfois en peu de minutes, tellement qu'il faut plus de 60 ou 70 tours pour la rendre de nouveau sensible; et si les contacts durent davantage, on voit alors paraitre mettant en jeu le même Condensateur non l'électricité qui avoit été communiquée, mais la contraire qu il affecte ec. Mais je parlerai de cela amplement dans la suite.

Digitized by Google

connue des athmospheres électriques, et particulierement des principes de la *charge des surfaces isolantes*. On sçait que le fluide électrique accumulé ou raréfié dans un endroit s'efforce d'en chasser des endroits voisins, ou d'y en attirer, pour établir une sorte de compensation. Non seulement donc une surface isolante électrisée tend à procurer une électricité contraire à la surface opposée; mais une partie d'une surface en fait autant à l'égard d'une autre partie de la même surface. C'est ainsi qu'en imprimant l'électricité *en plus* sur la demie longueur d'un cilindre de verre, ou de cire d'espagne, ce fluide accumulé repousse le fluide naturel de l'autre partie, le refoule vers l'extremité opposée, que cette partie tend à s'en decharger, à acquerir enfin l'électricité *en moins*, et l'acquiert en effet si elle trouve des conducteurs, dans lesquels elle puisse faire passer de son fluide. On peut même produire plusieurs zones alternativement positives et negatives; mais il est plus aisé d'en produire deux seules dans un cilindre isolant assez court garni de metal aux deux bouts.

Pr. 33. Or donc voila le cas, où se trouvent justement les disques de mon Duplicateur portés chacun par un bras isolant d'un pouce à-peu-près de longueur (Pr. 17). On conçoit que l'électricité de l'un ou de l'autre de ces disques, pour peu qu'elle soit forte et soutenue, et la surface du bras isolant en quelque façon imparfaite, peut s'écouler doucement, et se repandre sur une partie de cette surface, et jusques vers la moitié de la longueur du dit bras, ou même l'outrepasser; et que la partie au delà de cette limite peut acquerir un peu d'électricité contraire à l'aide du metal qui se trouve à cette autre extremité. Qu'arrivera-t-il donc lorsqu'on viendra à détruire par des attouchements l'électricité du disque? Celle debordée du disque, et repandue sur la surface isolante voisine rentrera peu-à-peu tant que durent ces attouchements dans ce même disque; comme j'ai déja expliqué (Pr. 28. et suiv.): elle y rentrera pour la premiere, et si ce disque communique avec la terre, se perdra a mesure; en suite il en surviendra aussi un peu de la contraire, qui, quoique plus éloignée (moins pourtant d'1. pouce), et plus foible, gagnera de proche en proche cette même surface dépouillée et voisine du disque, et le disque lui même: un peu, dis-je, de cette électricité contraire déja bien foible se tournera vers le disque, et y parviendra pendant le tems même qu'on fait jouer le Duplicateur, c. à. d. que le disque mobile tourne. Il y en parviendra une très-petite quantité à la vérité, mais pourtant assez pour être rendue sensible moyennant un nombre plus ou moins grand de tours.

Pr. 34. Souvent il n'y en parviendra pas assez, et même point du tout de cette électricité contraire, ou parceque il n'y en aura pas, ou parceque le peu qu'il y en aura à l'extremité éloignée du bras isolant ne pourra gueres parcourir l'intervalle entre elle et le disque. Cela dépend de la longueur de chacun de ces bras isolants, de l'état de l'isolement plus ou moins parfait, de la force à la quelle on aura fait monter l'électricité dans les disques, de sa durée, et d'autres circonstances, qu'il n'est pas aisé de determiner.

Digitized by Google

Pr. 35. Ce sont donc des expériences celles-ci, dont le succès est fort incertain. Il m'est arrivé quelquesfois que l'électricité dans le Duplicateur se renversoit de 4. à 4. minutes; d'autres fois de 8. à 8., de 10. à 10. minutes ec.; et cela à plusieurs reprises, c. à. d. qu'ayant donné par ex. une foible électricité positive au disque mobile C, et l'ayant élevé moyennant un certain nombre de tours à 3, ou 4 degrés (*); et correspondamment à 3. ou 4. dégrés l'électricité négative dans les disques fixes A, B, je détruisois l'une et l'autre par les attouchements ordinnaires et par le repos de 4. minutes; après lesquels remettant en jeu l'instrument j'obtenois avec 30, ou 40 tours 3. ou 4. dégrés d'électricité, mais en sens contraire, savoir negative dans le disque C, et positive dans les antagonistes A, B.; traitant alors ces nouvelles électricités de la même maniere qu'auparavant, c. à. d. sollicitant leur dispersion et anéantissement par des memes attouchements, et revenant à la charge de faire jouer la machine après un semblable repos d'environ 4. minutes je renversois une seconde fois les électricités, c. à. d. je faisois reparoitre la positive dans le disque C, la négative dans A, B, et les portois de même avec 30, ou 40 tours à 3. ou 4. dégrés. De cette maniere il m'a réussi quelquesfois de renverser les électricités 10, 12, 20 fois de suite: d'autre fois 4 minutes de communication et de repos ne suffisoient pas, il en falloit 6. 8. 10, ou davantage. Souvent le renversement arrive une, deux, trois fois de suite, et une deux ou plusieurs fois il manque, puis il reprenoit, ec.; enfin je dois dire, que plus souvent encore il n'a pas lieu du tout, comme j'ai indiqué ci-dessus (Pr. prec.) et que c'est constamment la même espece d'électricité qui reparoit après un intervalle quelconque.

Pr. 36. Toutes ces anomalies s'expliquent sans difficulté en considérant qu'il n'arrive pas toûjours que l'électricité du disque se repande sur son bras isolant, s'attache et s'imprime sur sa surface jusqu'à une certaine distance, et oblige la partie au de là de cette distance, l'autre extremité du même bras, à acquerir plus ou moins de l'électricité contraire, comme nous supposions ci-devant (Pr. 32, 33). Ces deux zones électrisées en sens contraire n'ont lieu que sous certaines conditions, qui ne se rencontrent pas toûjours, pas même souvent, et qu'il est difficile de déterminer, comme j'ai déja dit (Pr. 34): la surface du bras, qui porte le disque trop, ou trop peu isolante; propre et très-seche, ou sale, couverte de poussiere, plus ou moins humide, ec.; l'état de l'air ambient; la force à la quelle est portée l'électricité; sa durée; et d'autres circonstances peuvent ou arreter le debordement et diffusion de l'électricité du disque sur la dite surface, et la contenir dans un anneau d'une très-petite étendüe (ce qui ne suffira pas pour occasionner la zone d'électricité contraire),

(*) J'entends toûjours dégrés de mon Electrometre à pailles marqués par autant de demilignes d'écartement, et repondant chacun à 2. lignes d'écartement des feuilles d'or d'un Electrometre de BENNET, comme j'ai déja fait observer (Pr. 23. Note.)

Digitized by Google

ou bien la laisser écouler et repandre trop facilement sur toute ou presque toute la longueur du bras isolant, de maniere qu'elle s'y attache, et domine seule. Dans l'un et l'autre de ces cas ce sera constamment la même espece d'électricité qui reparoitra toutes les fois que le Duplicateur sera mis en jeu durant le tems qu'il reste encore le plus petit residu de cette électricité imprimée; ce qui va souvent à plusieurs heures.

Pr. 37. Je ferai observer ici, que si les isolements sont dans le meilleur état, c. à. d. que la cire d'espagne dont sont incrustés les bras de verre qui portent les disques presente une surface nette, et bien seche, et que l'ambient soit très-sec aussi, au point que [1] l'hygrometre à cheveux reste au dessous de 60, ou de 55. dégrés, l'électricité qui dans les expériences ordinnaires du duplicateur se repand des disques sur ces bras isolants, et s'attache à quelques points seulement des plus proches, est très-peu de chose (à moins qu'on ne l'ait élevée à une grande force et soutenue long-tems) si peu qu'après avoir dépouillé les disques de leur électricité par quelque contact momentané, ou de quelques secondes on peut à-peine la faire revivre par un nombre de tours, qui double le residu 5, 6, 7 fois, c. à. d. qui l'éleve à une force 32, 64, 128 fois plus grande; et que prolongeant les contacts qui mettent les disques en bonne communication avec la terre, prolongeant, dis-je, ces contacts disipateurs à 20, 30, 40 secondes, ou tout au plus à 1. minute premiere, on trouve que le residu est ou tout-à fait nul, ou moindre d'$^1/_{1000}$ de degré ec. Lorsque la secheresse n'est pas si grande, l'hygrometre se tenant par ex. entre 65 et 70 d.^{és}, le residu de l'électricité précedente (attaché à la surface des bras isolants, qui rentre dans les disques ec.) est encore $^1/_{32}$, $^1/_{64}$ de degré, ou peu moins après que de tels contacts et communication avec la terre ont duré plusieurs minutes, ¼ d'heure, ec. de sorte qu'on peut la rendre sensible, l'elever à 1, 2, 3 dégrés moyennant 15, 20, 25 tours. Par une secheresse encore moindre ou par une temperature humide moyenne on a déja vu par ce que j'ai rapporté que la portion d'électricité qui s'échappe des disques, se repand et s'attache sur la surface de leur bras, est plus considerable, tellement que le residu est encore $^1/_{64}$, $^1/_{100}$ de degré, ou peu moins après que les contacts destructeurs ont duré ½, 1 heure, ou davantage; residu qu'on peut rendre sensible par un nombre convenable de tours, comme marque l'exemple du Pr. 31. qui va pour les temperatures entre 75. et 80. d.^{és} du même Hygrom. à cheveu.

Pr. 38. Jusqu'ici nous avons supposé que l'électricité qui reparoit dans le duplicateur lorsqu'après tous les contacts et communications possibles on le met de nouveau en jeu; l'électricité qui reparoit, augmentée du double tous les 3. ou 4 tours ec. (Pr. 19) provienne ou d'un residu de celle qui y avoit joué

[1] *La continuazione del Mns J 42 che qui s'interrompe, dopo aver invaso anche la copertina del fascicolo, si trova nel Mns I 43 col quale proseguiamo.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

précedemment, qui attaché encore à la partie des bras isolant voisine des disques d'où elle a pu deborder, reflue peu à peu et y rentre (Pr. 27 et suiv.) ou de l'électricité contraire occasionnée dans l'autre partie à l'estremité opposée des mêmes bras, et refluant de même (Pr. 32. 33).

Mais souvent la chose n'arrive pas de cette maniere: non, ce n'est pas toûjours un résidu de l'ancienne électricité echappée des disques et imprimée sur la partie antérieure de bras isolants, ou de la contraire qu'elle a par hasard procuré à la partie opposée de ces mêmes bras; c'est une électricité tout-à-fait nouvelle, qui entre en scene, excitée par le jeu même du duplicateur.

Pr. 39. En effet lorsqu'après 10. ou 12. heures, ou des jours entiers que cet instrument est resté en repos, et ses disques en communication moyennant des bons conducteurs avec la terre, on en obtient encore des signes électriques moyennant 40, 50 tours (plus ou moins suivant que l'ambient est plus ou moins humide), dirons nous que ce soit encore l'ancienne électricité qu'on n'ait pu dissiper entierement ni par un si long repos ni par de telles communications? N'est-il pas plus naturel de penser, que les disques peuvent en avoir attrappé ou recueilli une nouvelle? Oui: ils peuvent l'avoir tirée, comme j'ai déja indiqué (Pr.) pendant un tel repos de l'air, des vapeurs, de la poussiere; l'avoir acquise par les attouchements soufferts, à raison qu'ils ayent été faits, avec des conducteurs plus ou moins différents; et ils peuvent même en acquerir un tant soit peu pendant que la machine est en jeu, c. à. d. qu'on fait tourner le disque mobile, surtout si les contacts métalliques moyennant les fils qui établissent alternativement les communications des disques A, B, C et de la boule D deux à deux, comme porte l'arrangement de ce duplicateur (Pr.) ne se font pas entre de métaux parfaitement égaux, sçavoir non seulement de la même éspece mais de la même trempe, polissure, ec. Il s'agit de si peu de chose, d'une électricité qui n'arrive pas originairement à $^1/_{100}$ à $^1/_{200}$, quelques fois à $^1/_{1000}$ de dégré (Pr.), que le moindre mouvement donné au fluide électrique peut suffire; or le contact des corps éthérogenes en donne toûjours un, comme je me propose de prouver directement par les expériences, que je rapporterai dans la suite.

Pr. 40. Surement ce n'est pas un residu de l'électricité qu'on a fait jouer précédemment dans le duplicateur lorsqu'après un très-long repos, après de attouchements réitérés, ou long-tems soutenus des meilleurs conducteurs, il y en paroit une contraire, ou bien de la même espece, mais beaucoup plus forte qu'elle ne devoit être à raison du tems qui s'est écoulé, et des autres circonstances. Ainsi dans mon appareil tel qui il est construit, que l'électricité qu'on y fait jouer la derniere fois ait été positive dans le disque mobile, et negative dans les disques fixes (il ne faut pas oublier cette contrariété dans les disques antagonistes (Pr.)), ou viceversa, elle paroit communement, lorsqu'on fait jouer de nouveau le dit appareil, positive dans les disques fixes, et negative

Digitized by Google

dans le disque mobile, pourvu seulement que l'intervalle de repos ait été assez long, et que j'aye employé pour détruire l'ancienne électricité les moyens indiqués. C'est donc, on ne peut pas en douter, une électricité nouvellement acquise: de quelle maniere je ne sçaurois le deviner précisément; car enfin les disques sont tous du même metal, c. à. d. de laiton, aussibien que les fils qui établissent les communications requises (Pr.).

Pr. 41. Est-ce donc que le disque tournant s'électrise *en moins* par le frottement qu'il souffre contre l'air; ou est-ce qu'une telle rotation le desseche, c. à. d. qu'en lui enlevant en forme de vapeur l'humidité attachée à sa surface, lui enleve aussi du fluide électrique? Ces soupçons n'étoient pas même d'abord sans fondement; et ils acquirent beaucoup plus de probabilité par des expériences que je fis dans cette vue, et qui me montrerent, qu'effectivement une verge, ou lame de metal, de bois, de carton, ec., isolée et exposée pour quelque tems au soleil, ou dans un lieu sec, ou mieux tournée rapidement en l'air, comme une fronde, s'électrise *en moins*: expériences, sur lesquelles je reviendrai encore.

Pr. 42. J'ai dit (Pr. prec.) que lorsque le duplicateur dont je me sers a été long-tems en repos, et avec de telles communications qu'on peut croire qu'il ait perdu tant de l'ancienne électricité, qu'il n'y en ait plus de vestige, il ne laisse pas de reparoitre après un certain nombre de tours revetu d'une nouvelle électricité, qui est *communément* négative dans le disque tournant, et par conséquence positive dans les disques fixes. Par ce *communément* je laisse assez entendre, qu'elle n'est pas constamment telle, qu'elle change quelques fois, quoique rarement. Je dirai plus: il y a des jours, où le disque mobile affecte plûtôt l'électricité positive, que la négative; et pendant quelques mois de l'été passé ceci a été le cas ordinnaire; tandis que tous les mois de l'hiver et du printems et depuis la moitié d'Août jusqu'à présent (*) l'électricité negative a toujours dominé dans le même disque tournant et occasionné conséquemment la positive dans les disques fixes à quelqu'exception près. Dans la totalité ce sont donc ces électricités qu'ils affectent communément sçavoir le disque mobile la *negative*, et les disques fixes la positive; et je regarde comme des exceptions les cas contraires: exceptions qui ne sont pourtant pas fort rares et qui dans certaines circonstances deviennent communes, comme lorsque ce Condensateur vient d'être exposé long-tems à une grande secheresse et mieux aux rayons d'un soleil très-vif pendant ½ heure ou davantage. Alors c'est presque toujours l'électricité positive, qui paroit après 30, ou 35 tours, dans le disque tournant, la negative dans les fixes. C'est un des faits plus constants, et plus remarquables.

(*) Le vingt de 7bre.

Digitized by Google

Pr. 43. Mais d'où viennent donc toutes ces variétés? Et pourquoi le disque mobile devient-il électrisé pour la plus part *en moins* lorsqu'il n'est pas desseché prealablement par la chaleur, ou l'ambient?; et le contraire lorsqu'il est longuement exposé au soleil, et quelque tems après et dans quelques autres circonstances? J'aime à penser qu'étant couvert dans le premier cas, qui est le plus ordinnaire, d'un voile humide le mouvement de rotation lui enlevant cette humidité, la faisant évaporer, lui enleve encore du fluide électrique; que dans les autres cas moins fréquents, où le même disque au lieu d'être desseché en tournant dans l'air plus humide que lui, se charge de nouvelles vapeurs qui se condensent sur sa surface, il se charge aussi de fluide électrique deposé par ces vapeurs. Enfin il paroit par un grand nombre d'expériences, que l'état d'humidité ou de secheresse des disques et de l'air environnant, les vapeurs en un mot, et la chaleur par son influence sur elles, et peut être même de quelqu'autre maniere inconnue, jouent un grand rôle et determinent souvent l'électricité qui doit s'exciter par le jeu du duplicateur (*).

Pr. 44. Cependant j'ai trouvé une autre circonstance qui influe encore davantage à determiner l'expece d'électricité que doivent acquerir respectivement, en mettant en jeu ce même duplicateur, le disque mobile et les disques fixes, et c'est la qualité du metal dont est chacun d'eux: car si j'ôte le disque mobile de laiton, et le remplace par un d'étain il s'électrise, en le tournant à l'ordinnaire, constamment *en plus*, et l'électricité *en moins* paroit dans les disques fixes toûjours de laiton. Que si je remplace aussi ces derniers par d'autres de zinc, c'est eux alors qui acquierent l'électricité *positive*, et le disque

(*) Le Dr. READ fait aussi dépendre l'électricité qui paroit dans le duplicateur de l'état de l'air environnant et des vapeurs; mais d'une autre manière, et adoptant des principes bien différents des miens. Il soutient dans ses Mémoires publiés dans les Trans. Phil.:

1) que l'électricité qu'acquiert le duplicateur ne vient que de l'ambient, qui la lui communique:

2) que l'air corrompu, et les vapeurs qui l'infectent sont doués d'une électricité contraire à celle de l'air libre et pur, c. à. d. d'une él. neg. que c'est toujours celle-ci qu'ils communiquent au duplicateur tandis que l'air libre non infecte lui communique constamment l'él. positive qui y domine. Or mes expériences ne s'accordent pas beaucoup avec celles du Dr. READ, et moins encore avec ses conclusions; puisque dans le même air libre, où domine l'él. pos., j'obtiens du même disque tournant tantôt l'él. pos. tantôt la neg.: et la même chose dans un air infecté quelconque, et en quelqu'endroit que ce soit. L'él. pos. ou neg. ne dépend donc pas uniquement de celle de l'ambient, comme le veut le Dr. READ; mais aussi d'autres circonstances. J'accorde qu'on doit ranger parmi ces circonstances les vapeurs; mais c'est par leur quantité plûtot que par leur qualité qu'elles influent pour mieux dire par leur formation ou par leur condensation, par le dessechement, ou par l'humectation que souffrent les disques respectifs du duplicateur en action, comme j'ai avancé. Au reste il y a plusieurs autres circonstances tout à fait indépendantes des vapeurs et de l'état de l'air environnant qui influent également, et même davantage à determiner l'électricité que doit paroitre comme je ferai voir dans la suite.

Digitized by Google

tournant d'étain (et mieux encore c'est celui de laiton) se montre électrisé *négativement.* Ces expériences du duplicateur portant des disques de differents métaux sont beaucoup moins sujettes à variation que les autres avec les disques tous du même métal: toujours le disque *d'étain* affecte si decidément l'*électricité positive* vis-à-vis le disque de *laiton*, et celui-ci la *negative*, que exposée au soleil, ou à l'ombre et quelque soit la temperature humide ec. toûjours ils acquierent en faisant faire à l'instrument un nombre suffisant de tours les dites électricités, sçavoir le disque d'étain la positive, le disque de laiton la négative, et jamais, ou presque jamais en sens contraire, à moins qu'ayant été imbus précedemment de telles électricités en sens contraire, il en subsiste encore un residu considerable. Encore si ce residu sera très-petit, comme il l'est ordinairement après que le duplicateur à resté en repos, et les disques en communications avec la terre quelques minutes (Pr.), il pourra être détruit et faire place à l'électricité contraire, à l'électricité qu'affectent respectivement les disques de differents métaux.

Pr. 45. Ces expériences qui font voir, que la qualité des métaux influe plus que toute autre circonstance à determiner l'espece d'électricité que doivent acquerir respectivement le disque mobile, et les fixes du Duplicateur, qu'en changeant ces disques les effets changent du blanc au noir, ces expériences sont vraiment surprenantes, et me paroissent demontrer que les métaux soient des *moteurs d'électricité* non seulement par leur contact mutuel, comme j'ai découvert il y a déja 5 ans, et mis entierement hors de doute, mais aussi par la simple approche de leurs larges surfaces; qu'ils agissent à quelque distance, a des distances même qui ne sont pas extremement pétites, qui arrivent environ à 1. ligne, tel étant l'intervalle entre le disque mobile C et les disques immobiles A B dans mon duplicateur (Pr.): découverte que je viens de faire tout recemment, et qui a encore bésoin d'être confirmée et étendue.

Pr. 46. Comme le disque tournant C affecte communément l'électricité *en moins* quand étant lui même de laiton les disques fixes le sont aussi, il est naturel qu'il affecte beaucoup plus cette même électricité négative, lorsque un de ces disques fixes A B, et sur-tout ce dernier sera d'étain, de zinc, ou d'un autre metal, qui affecte en opposition du laiton l'électricité *en plus* (Pr.); et c'est en effet ce qu'on observe: le duplicateur ainsi disposé fait toûjours donner des signes d'électricité positive à ces disques fixes; et cela ordinnairement avec un petit nombre de tours du disque mobile; et malgré même que ces disques ayant été imbus précedemment de l'électricité contraire il en subsiste encore un petit residu. Je vais rapporter quelques unes de ces expériences.

Pr. 47. Tout étant dans le meilleur état c. à. d. l'air depuis long-tems fort sec (l'hygrometre à cheveu entre 50 et 55 d.^{és}) et le duplicateur en bon ordre, de maniere que 2. tours suffisoient pour doubler l'électricité (Pr.), j'ai

Digitized by Google

trouvé, que l'instrument étant dépourvu d'électricité, autant qu'on peut obtenir par les contacts et un long repos, 15, 16, ou 18. tours suffisoient pour faire naitre l'électricité *en plus* dans les disques fixes, et l'élever à 1. degré (assez pour faire diverger de 2. lignes les feuilles d'or de l'Electroscope de BENNET). Je remplaçai le disque B, qui étoit de laiton, comme les autres, par un d'étain, et ayant détruit toute l'électricité précedente, je vis qu'un plus petit nombre de tours, c. à. d. 12, 13, ou tout au plus 14. arrivoient à produire la même électricité positive dans les disques fixes et au même dégré. Mais ce qui est plus surprenant c'est qu'ayant électrisé ces disques *en moins* (et correspondemment le disque mobile *en plus*) et plus fortement, c. à. d. jusqu'à 2, 3, 4. dégrés, et les ayant entretenus dans cet état plusieurs minutes; il suffisoit de les toucher ou de les faire communiquer avec la terre l'espace de 20, 25, ou 30 secondes tout au plus, pour qu'avec le jeu ordinaire de l'instrument, avec 24, ou 26. tours, tout residu d'électricité negative suffoqué dans les disques fixes, il s'y retablit la positive, ec..

Pr. 48. Il paroit au reste que par une telle secheresse de l'air et perfection des isolements, et lorsque l'électricité induite dans les disques n'excede pas 1. ou 2. dégrés de force, rien ou presque rien de cette électricité s'ecoule d'eux et s'imprime sur la surface des bras isolants, comme j'ai déja fait remarquer (Pr.); et que le peu qu'a pu s'en attacher à quelques points, est bientôt dépouillé moyennant les contacts que souffrent les mêmes disques, et qui les mettent en communication avec la terre. Que si on ne peut pas croire que cette électricité soit tout-à-fait détruite lorsque les contacts n'ont duré que quelques secondes; et si malgré cela cette électricité encore empreinte étant contraire à celle qu'affectent les disques de différents métaux, savoir qu'ils tendent à exciter par le jeu même de l'instrument, si, dis-je, cette derniere l'emporte sur la premiere, et l'électricité est ainsi renversée, il faut donc convenir qu'une telle tendance est bien marquée, et puissante.

Pr. 49. Lorsque la secheresse n'est pas si grande et les isolements si parfaits on ne vient à bout de produire un tel renversement d'électricité, que par un plus grand nombre de tours du duplicateur par ex. 30, 35, 40, la température humide arrivant depuis 61. à 85. dégrés; et cela seulement après que le repos avec les contacts et communication des disques ont duré non pas 25. ou 30 secondes, ce qui suffit lorsque l'hygrometre est peu au dessus de 50 d.[68] (Pr. 47); mais 4, 6, 8. minutes premieres ou davantage. On comprend assez pour ce qui est du repos et des contacts qu'ils doivent être d'une plus longue durée pour éteindre une plus grande quantité d'électricité, qui a pu se repandre sur la croute resineuse, qui couvre les bras, à raison que l'humidité la rendoit moins isolante; et quant aux tours, qu'il en faut un plus grand nombre pour rendre la nouvelle électricité sensible, l'électricité qui se produit par le jeu de l'instrument, selon que dans ces circonstances de mauvais isolements

Digitized by Google

2. tours ne suffisent pas pour la doubler, et à peine on y parvient avec 4, 5, 6, ec.

Pr. 50. Après m'être assuré que le disque mobile C, et un des disques fixes A, ou B (singulierement ce dernier) étant des métaux de differente espece, ils affectent avec une tendance bien marquée et assez puissante telle, ou telle espece d'électricité, savoir le laiton l'él. *en moins*, l'étain l'él. *en plus* ec., j'ai soupçonné, qu'étant tous du même metal, ils pourroient encore être d'une tendance differente assez marquée, le disque mobile affecter decidément l'él. *positive* et les disques fixes la negative, ou viceversa, à cause de quelque difference accidentelle, comme si la surface de l'un de ces disques étant nette et avec son brillant métallique, celle de l'antagoniste fut terne, sale, enduite de quelqu'onctuosité, ec.; j'ai soupçonné dis-je que de telles differences ou autres accidentelles dans les surfaces pourroient influer autant ou presqu'autant que contribuer les differences substantielles, et specifiques des métaux, à déterminer l'espece d'électricité que par le jeu du duplicateur doivent acquerir respectivement ses disques; et l'expérience a verifié ce soupçon.

Pr. 51. Ayant nettoyé au mieux les disques fixes A B de laiton jusqu'à donner du lustre à leurs faces je ternis au contraire, je souille la face du disque mobile C aussi de laiton, en la frottant avec de la cire, du suif, de la pommade, de la pommade melée, de poudre à cheveu ou de poussiere fine ou avec d'autres substances grasses ou glutineuses. Mettant alors en jeu l'instrument depouillé au possible d'électricité, il arrive constamment, que ce disque sali C, acquiert l'électricité positive, et les autres A B nets et luisants la négative; et cela quand même il auroient été électrisés quelque tems avant en sens contraire, et il y auroit encore un très-petit residu de cette électricité, un tel residu étant vaincu, etouffé par la tendance qui se deploye à la nouvelle électricité. En renversant l'expérience, c. à. d. nettoyant bien le disque C, et souillant d'une ou de l'autre des dites substances les deux disques A B, ou le seul B, c'est eux alors qui acquierrent l'électricité positive, et C paroit avec la negative.

Pr. 52. J'ai multiplié et varié de plusieurs manieres ces expériences, et j'ai trouvé que c'est le disque sali, barbouillé, ec. enduit de la matiere onctueuse, quelque mince que soit cette couche qui le voile, que c'est toujours lui qui vis-à-vis du disque nu et propre, tend à acquerir l'électricité positive, et l'acquiert effectivement toutes les fois que le duplicateur est mis en jeu, à moins, qu'un residu trop fort d'électricité contraire ne l'emporte sur cette tendence.

Pr. 53. Après tout il ne faut pas croire, que ces alterations, ces souillures portées aux surfaces des métaux de la même espece, influent en general autant que la difference substancielle des métaux, autant que si les disques opposés du duplicateur étoient un de laiton, l'autre d'étain; ni que cette influence soit égale pour toute sorte de souillure: géneralement celle des enduits onctueux m'a

Digitized by Google

paru plus marquée; et beaucoup moins celle des substances acqueuses et autres évaporables; celles-ci même ont produit quelques fois l'effet contraire, c. à. d. que le disque qui en étoit souillé a acquis au lieu de l'électricité *en plus* celle *en moins*, celle que tend à produire l'évaporation (Pr.); car enfin la chose se reduit lorsque deux ou plusieurs circonstances influent différemment et se contrarient, à celle qui a le dessus.

Pr. 54. On comprend aisément, que si les souillures qu'on porte exprès sur le disques métalliques, si des enduits si materiels, n'ont qu'une influence médiocre, inferieure communément à celle des métaux de differente expece (Pr. prec.); les souillures ou taches accidentelles et beaucoup plus legeres qu'ils contractent avec le tems d'eux mêmes, ou par les attouchements, la ternissure par l'exposition à l'air ec.; auront une influence beaucoup moindre encore; et enfin une très-petite, et pour ainsi dire indécise, si cette ternissure, ces taches, ou souillures seront à peu-près égales dans les disques antagonistes. On comprend aussi quelle peut être la cause des varietés et des incertitudes qu'on rencontre souvent dans les expériences du duplicateur, dont les disques sont pourtant tous de même metal, par quelle raison l'électricité positive ayant été affectée dans un tems par le disque mobile, et la negative par les disques fixes, c'est dans un autre tems le contraire ec. (Pr.); quand toutes les autres circonstances qui influent sur cela seroient égales, quand même les surfaces de ces disques tous du même métal comme je viens de dire, paroitroient également ternies ou souillées, il est plus que probable qu'elles ne le soient pas à la rigueur et en tout point; aujourd'hui, par ex. pendant une semaine, un mois, la souillure du disque mobile sera plus forte ou de nature à lui donner plus de tendance à l'électricité positive que la souillure des disques fixes; demain, une semaine, ou un mois après ce sera le contraire.

Toutesfois lorsque la difference à cet égard ne tombe pas sous les yeux, ou n'est pas assez frappante, la tendance à une espece d'électricité plutôt qu'à l'autre est aussi très-peu marquée et fort sujette à être vaincue par les autres circonstances qui influent sur ces tendances.

Pr. 55. Pour rapprocher maintenant et ce que j'ai amplement exposé rapport aux accidents et variations qui se montrent dans les expériences du duplicateur, et rapport à leurs causes, voila toutes les circonstances que j'ai trouvé pouvoir déterminer l'espece d'électricité que le jeu de cet instrument doit faire paroitre dans les disques respectifs qu'on suppose depourvus de toute électricité. Premierement elle peut dépendre d'un residu d'électricité communiquée, ou qu'on y ait fait jouer quelque tems avant, et dont une partie soit resté attachée à la surface des bras isolants, dépendre immediatement de cette électricité precedente, et être de la même espece (Pr.): elle peut aussi en dépendre médiatement; et n'etre pas de la même espece, mais contraire, s'il arrive (ce qui n'est pourtant pas fréquent) que cette ancienne élec-

Digitized by Google

tricité versée sur une partie seulement du bras isolant, ait procuré l'électricité contraire à l'autre partie; et que la premiere dissipée, il en subsiste encore, de cette derniere, et puisse rentrer dans le disque (Pr. 16). Quand à ce qui donne lieu à un tel épanchement de l'électricité et impression sur la surface isolante et quelques fois aux deux zones électrisées contrairement une à l'autre, c'est l'imperfection même de l'isolement, un certain degré d'humidité ec. (Pr.). En second lieu l'électricité qui vient à se manifester peut être tout nouvellement produite par le jeu même du duplicateur; et les circonstances qui influent decidément et determinent l'électricité sont:

1) la difference de métaux; voir que le metal du disque mobile differe de celui des deux disques fixes, ou d'un seulement: ayant trouvé, qui, etant par ex. de laiton et d'étain, celui-ci affecte l'él. en plus.

2) le différent êtat des surfaces de ces disques opposés selon qu'elles sont nettes et brillantes, ou ternes, souillées, enduites d'onctuosité ec.; celles-ci affectant l'él. pos. et les nettes la negative (Pr.).

3) L'état d'humidité ou de secheresse des disques et de l'ambient, ou que l'évaporation de l'eau attachée au disque tend à lui faire accourir l'électricité negative, la condensation de nouvelles vapeurs sur lui l'électricité positive (Pr.).

De ces trois circonstances il m'a paru que la premiere est celle qui influe plus decidément [1].....

Pr. 56. On comprend au reste que lorsque elles se trouvent en opposition l'effet qui en resulte doit être proportionnel à l'excès de la tendance qui a le dessu, qui l'emporte sur la contraire, etant presque impossible qu'elles soient parfaitement contrebilancées: que a mesure pourtant que les choses approchent de cet équilibre il faudra faire au duplicateur un plus grand nombre de tours pour que l'électricité devienne sensible (Pr.) ec..

Pr. 57. Je vais enfin pour achever cet article tirer des conclusions pratiques et utiles de mes nombreuses experiences. Ces conclusions, ou faits principaux sont:

1) qu'après un nombre de tours plus ou moins grand qu'on fait faire au disque mobile C (40, 50 ou tout au plus 60 pour le duplicateur dont je me sers et par un tems qui ne soit pas trop humide), il y paroit toujours quelqu'électricité, soit positive, soit negative, forte d'1 dégré, de 2, de 3. ec. et autant à peu-près, mais de l'espece contraire dans les disques immobiles A B. Au reste le nombre des tours requis pour cela est différent selon les circonstances et surtout selon l'état des isoléments, et de l'ambient. Aussi par une forte secheresse il ne faut jamais plus de 20. tours; tandis que par une grande humidité il en faut quelques fois 80, 100 et davantage.

---

[1] *Il seguito di questo periodo non è leggibile.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

2) que souvent cette électricité, qui reparoit tire son origine de l'él. qui y a dominé precedemment, et qui n'est pas encore tout-à-fait detruite; d'autres fois au contraire est une électricité nouvellement excitée par le jeu même du duplicateur, et par certaines circonstances qui l'accompagnent. Que c'est surement une él. nouvelle lorsqu'il n'en reste absolument plus de l'ancienne dans les disques métalliques, ni dans leurs bras isolants: ce qui arrive quelques fois par un tems très-sec en moins d'une minute; souvent en plusieurs minutes par une secheresse médiocre, et plus souvent encore par des temperatures humides en une, deux ou plusieurs heures. Que même lorsqu'il manque très peu à l'extintion totale de l'él. ancienne, il depend des circonstances qui influent sur l'excitation de la nouvelle que l'une ou l'autre des électricités contraires paroisse, et qu'elle paroisse après un nombre plus ou moins grand de tours.

3) Qu'il est difficile de deviner lorsque les disques sont tous de même métal, par ex. de laiton, également propres et secs, et qu'on les a depouillés entierement ou à peu-près par des attouchements et par un long repos de l'électricité dont ils avoient été animés, doués précedemment; quelle est celle qui s'y deployera mettant en jeu de nouveau l'instrument; qu'on peut le deviner seulement après que l'expérience et l'exercice faits avec tels ou tel autre duplicateur nous l'ont appris: que même alors on est sujet à se tromper, puisqu'il arrive qu'un duplicateur dont les disques fixes affectoient par ex. l'électricité positive, affectent, apres quelques jours, sémaines, ou mois l'électricité négative, sans que rien y ait été sensiblement changé (Pr.): qu'enfin on ne devine surement, que lorsqu'on sçait que l'électricité précedente n'est pas encore éteinte; et qu'il en reste assez pour l'emporter sur tout autre tendance; ou lorsque le metal du disque mobile est assez differente de celui des disques fixes (Pr.).

4) Que on n'est pas sûr de pouvoir y faire paroitre, et élever à un degré sensible une électricité extremement foible qu'on communiqueroit expres avec une bouteille de Leyde, ou autrement soit au disque mobile, soit aux disques fixes; et moins encore on peut se promettre de l'evaluer: car si cette électricité communiquée se trouve moindre en force, et contraire à celle que le duplicateur lui même peut deployer par son jeu, elle sera suffoquée et vaincue; et si elle est de la même espece les deux ensemble se confondront, et l'on ne sçaura pas ce que peut valoir chacune.

5) Que le duplicateur n'a pas tous les avantages qu'il semble promettre (ce qu'ont du reconnoitre leurs auteurs même); puisque malgré qu'on fasse tout le possible pour le dépouiller entierement de l'ancienne électricité, et pour l'arranger de maniere qu'il n'en acquierre pas de nouvelle, il n'est gueres possible qu'il n'en deploye après un nombre plus ou moins grand de tours; laquelle électricité qu'il tire, pour ainsi dire, de son propre fond, étouffe, ou confond au moins celle qu'on lui auroit communiqué d'avance dans le but

Digitized by Google

de l'examiner; l'étouffe, dis-je, si elle est fort petite, au dessous par ex. d'$^1/_{100}$ d'$^1/_{200}$ ec. de degré (*).

6) Que cependant une telle machine est encore d'un grand usage, et d'une utilité incomparable, pouvant servir à nous découvrir des électricités, qui quoique moins foibles que celles-là, sont toutefois encore insensibles à nos électrometres les plus delicats, des électricités, qui n'arrivent pas à $^1/_4$, à $^1/_{10}$, à $^1/_{20}$ de dégré.

Pr. 58. Or combien n'en ai-je pas découvert de ces électricités, ou pour mieux dire combien de procédés qui les produisent ou entre ces limites justement, ou entre d'autres plus éloignées, depuis $^1/_{100}$ de degré jusqu'à $^1/_8$, à $^1/_6$, à $^1/_4$, Electricités qui ne peuvent encore être aperçues par le plus délicat Electroscope de BENNET, ou dont au moins on ne peut distinguer l'espece?

C'est donc pour de telles électricités encore imperceptibles, si non pour celles qui seroient extremement petites, ou au dessous d'$^1/_{100}$ de degré, ec. que le duplicateur est bon, bien entendu qu'on l'ait dépouillé au mieux de toute électricité précedemment introduite. Plus: il peut servir à les decouvrir quand même il n'auroit pas été dépouillé entierement, quand on n'auroit touché et mis en communication avec la terre les disques que pour quelques instants, et qu'on ne l'auroit laissé reposer, je ne dis pas des heures, mais peu de minutes; il peut, dis-je, servir très-bien à decouvrir des électricités d'$^1/_4$, d'$^1/_8$, d'$^1/_{10}$ de degré qu'on vienne à lui communiquer, et qu'il elevera à 1, 2, 3, 4 degrés moyennant 10, 15, 20 tours; tandis qu'il en faudroit 30, ou davantage pour élever à 1 ou 2 degrés l'ancienne électricité, dont il retient encore un residu, ec.

Pr. 59. C'est ainsi que le duplicateur m'a servi en effet à rendre sensible, en l'élévant au degré que j'ai voulu l'électricité ordinnairement imperceptible excitée par le contact mutuel des métaux différents, qui est un des procédés surindiqués ci-dessus (Pr. préc.), et l'objet que j'ai principalement en vue dans le présent Memoire. Je vais donc le developper après vous avoir indiqué succinctement les resultats de quelques autres de ces procédés.

Art. III. [1]

Electricités insensibles excitées par différents procédés, sçavoir par l'évaporation lente et naturelle de l'eau; la condensation aussi naturelle des vapeurs repandues dans l'air sur la

(*) J'entends toûjours pour 1. degré la force qui fait diverger d'une demiligne les pailles minces de mon Electrometre, ou de 2 lignes les feuilles d'or d'un Electroscope de BENNET.

[1] *Sommario preparato dal V. nello stesso Mns. I 43 pel seguito della Memoria, che non fu scritto.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

surface des corps; et principalement par le contact mutuel soit long, soit momentané de différents conducteurs, sur-tout métalliques; rendues sensibles à l'aide du duplicateur.

Pr. 60.....

Art. IV. [1]

Electricité excitée par le contact mutuel des métaux differents en des surfaces assez larges sensible immediatement aux Electrometres delicats, c. à. d. sans le secours du ***duplicateur***. Comment en réitérant ces contacts on peut accumuler une telle électricité dans un simple *Condensateur* au point d'en avoir des signes beaucoup plus marqués.

---

[1] *Sommario preparato dal V. nello stesso Mns.* I 43 *pel seguito della Memoria, che non fu scritto.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

XX.

LETTERE

DEL

CITTADINO N. N. DI COMO

AL

CITTADINO ALDINI

PROFESSORE A BOLOGNA

INTORNO ALLA PRETESA ELETTRICITÀ ANIMALE NELLE SPERIENZE DEL GALVANISMO

CON APPENDICE.

Digitized by Google

Digitized by Google

XX (A).

LETTERA PRIMA.

Como, Aprile 1798.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
Br. Ann. T. XVI (1798) pg. 3; in Appendice articolo tratto dagli *Elementi di Fisica* di Gren p. II cap. IV. Della così detta Elettricità animale; Br. Ann. ibid. pg. 27.	Cart. Volt.: J 49; J 51; J 52; L 18.

OSSERVAZIONI.

TITOLO:

DATA: scritta dal V. in J 51 e in L 18, e stampata in Br. Ann.

J 51 è una prima minuta ampia ma non completa delle due lettere, contenente una breve introduzione epistolare.

J 52 è una minuta nella quale sono ripetuti alcuni frammenti di J 51.

L 18 è una minuta più accurata delle due lettere quasi esattamente concordante col testo che si pubblica.

Digitized by Google

tali moti, dico, e sensazioni, tali sorprendentissimi fenomeni, sono indubitatamente occasionati dal fluido elettrico messo in moto, che invade e stimola quelle fibre sensibili ed irritabili, effetti sono immediati o mediati di una *vera Elettricità;* e non meritano neppur attenzione le opinioni di coloro, che vanno ideando, e mettono in scena altro fluido diverso dall'elettrico, o modificano questo in guisa, che non è più lo stesso, non è più il comune genuino fluido elettrico (*c*), o tentano altrimenti di spiegare gli anzidetti fenomeni, ed altri analoghi con principj puramente chimici, ec..

Ma credete voi, mio caro ALDINI, credete anche in oggi di buona fede, che sia questa un'*Elettricità animale* in senso vero e proprio, cioè originaria e attiva degli organi, mossa internamente dalle stesse forze vitali, come ha preteso già GALVANI, ed altri con lui, e il medesimo si sforza pur ancora di sostenere nell'ultima sua Opera pubblicata mesi sono (*d*)? Io per me credo, e tengo costantemente, che sia anzi un'*Elettricità* meramente *artificiale*, ed estrinseca, mossa cioè dal contatto mutuo dei conduttori, onde vien formato il circolo, i quali sieno diversi tra loro, o sostanzialmente, o per qualche accidentale differenza: come dalle sue sperienze in mille modi variate è stato indotto a sospettare fin dapprincipio, ed a credere e sostenere in progresso con ogni maniera di argomenti il sullodato VOLTA; e come, venendo con lui, tengono oggi giorno la più parte de' Fisici, massime oltramontani: anzi m'avanzo a dirvi, che la cosa è ormai portata a tal grado di evidenza, che non soffre più contrasto quasi da nessuno; e che le obbiezioni, che move il vostro GALVANI in questa recente sua opera, sono state già tutte prevenute, e sciolte in guisa, che non hanno più neppure quella forza apparente, che potè per avventura imporne a taluno.

I metalli adunque, e gli altri corpi che chiamansi *conduttori*, o *deferenti*, perchè sendo del tutto permeabili al fluido elettrico, il lasciano, qualor trovisi altronde sbilanciato e mosso, liberamente passare e trascorrere per la loro sostanza, e servono così a ricondurlo all'equilibrio, ec.; questi corpi ha scoperto il nostro VOLTA, che posseggono altresì la virtù da niuno prima sospettata in essi, virtù veramente maravigliosa, d'incitare esso fluido elettrico, toglierlo all'equilibrio e al riposo in cui trovisi, smoverlo, impellerlo, col semplice venire a mutuo contatto due di essi di specie diversa. Sono pertanto codesti *conduttori dissimili* (massime i metallici) i veri *moventi* di quell'*elettricità*, che giuoca nelle accennate sperienze del GALVANISMO; dessi sono, che eccitano, mercè il loro combaciamento, la corrente elettrica per tutto il cir-

---

(*c*) Vegg. le dette Memorie di Volta, segnatamente la Lettera 3.ª all'Ab. VASSALLI, in principio, nota (*a*). [*N.* XIV (C), *pag.* 290 *di questo volume.* — *Nota della Comm.*].

(*d*) *Memorie sulla Elettricità Animale di* LUIGI GALVANI *P. Professore di Notomia nella Università di Bologna al celebre Abate* LAZZARO SPALLANZANI. ecc. Bologna, 1797.

Digitized by Google

colo o catena continua di comunicazione; la qual corrente incontrando sul suo passaggio que' tali nervi e muscoli irritabili, che fan parte ossia anello di tal catena, ne li stimola e scuote conformemente alla loro indole eccitabile, onde le rispettive sensazioni, e moti muscolari. Insomma codesti *organi animali* sono, relativamente alla mossa del fluido elettrico, non già attivi, come sostiene GALVANI, ma meramente *passivi*: e sono al contrario *attivi*, volerlo o non volerlo, *i conduttori dissimili*, massime i metallici; ai quali il VOLTA dà a proposito e a tutta ragione il nome di eccitatori, o motori.

Si dice *dissimili:* perchè, acciò i conduttori la facciano a un tempo anche da motori nel mutuo loro contatto, vogliono essere effettivamente diversi; sia la differenza grande, e sostanziale, sia accidentale e picciola, limitata alla sola superficie, o a pochi punti del contatto: come ha provato esso VOLTA con molte sperienze riportate nelle diverse sue Memorie sopra tal soggetto (*e*). E si dice *massime metallici:* perchè, come i metalli (comprendendovi molte miniere, e piriti, e i carboni) sono *conduttori* per eccellenza, così sono anche *motori* i più insigni ed efficaci, sempre inteso ove si tocchino due tra loro diversi, e tanto meglio, quanto più sono diversi: talchè, come parlando di *conduttori*, e non accennando altro, si soleva già intendere comunemente i metalli, senza però escludere affatto gli altri deferenti men buoni; così parimenti parlando dei *motori*, voglionsi intendere specialmente, non però esclusivamente, i metalli: e il VOLTA medesimo, anche allorquando parve limitarsi a questi, non escluse assolutamente gli altri; anzi si spiegò fin dapprincipio in qualche suo scritto (specialmente in una lunga lettera al cel. Fisico Olandese Dr. VAN-MARUM, e in un'altra all'Ab. TOMMASELLI di Verona, scritte ambedue nell'estate del 1792), che inclinava ad attribuire la stessa virtù d'incitare e smovere il fluido elettrico, ad attribuire cotale virtù e forza nuovamente da lui scoperta nei metalli, anche ai conduttori non metallici, a tutti insomma i deferenti umidi, avvegnachè in grado molto minore. E questo poi è ciò, che comprovò alcuni anni dopo con nuove serie di sperienze, e mise in più chiaro lume particolarmente nella sua 3ª Lettera all'Ab. VASSALLI Professore di Torino, scritta in Ottobre del 1795, e pubblicata al principio del 1796 negli *Annali di Chimica* ec. di BRUGNATELLI (*f*), e più ampiamente ancora in altre lettere, che formano una lunga dissertazione, al Prof. GREN di Halla, scritta in Agosto del 1796, e pubblicata in detti *Annali* nel corso dell'anno 1797 (*g*).

Non serve dunque più obbiettare a VOLTA, come fa nuovamente GAL-

---

(*e*) Vegg. specialmente le sue tre Lettere all'Ab. VASSALLI scritte negli anni 1794, e 1795; ed altre tre al Professore GREN di Halla 1796, pubblicate tutte in questi nostri Annali. Tom. VI, XI, XIII e XIV. [*N.* XIV *e* XVIII *di questo volume, — Nota della Comm.*].

(*f*) Tom. XI. [*N.* XIV (C) *di questo volume. — Nota della Comm.*].

(*g*) Tom. XIII, e XIV. [*N.* XVIII *di questo volume. — Nota della Comm.*].

Digitized by Google

VANI [1], le sperienze, in cui si ottengono nella rana preparata a dovere i moti spasmodici, le convulsioni e scosse più o men violente, o con un solo ed unico metallo, od anche senza metallo alcuno, o facendo arco conduttore con sole parti animali, coi soli nervi e muscoli di essa rana, ecc.. Tutte queste obbiezioni cadono intieramente, e non doveano più mettersi in campo, dopoche il VOLTA avea ampiamente dimostrato e pubblicato (nelle succitate sue Lettere), che anche i conduttori fluidi, o contenenti qualche umore, ch'ei chiama in generale *conduttori di 2ª classe*, che anche tali conduttori imperfetti, ove sieno diversi di specie, agiscono diversamente sul fluido elettrico, sia combaciando i metalli, o conduttori di 1.ª classe, sia combaciandosi tra loro; tantochè basta a smovere, e mettere in corrente esso fluido obbedientissimo ad ogni forza ed impulso, basta a ciò, o che un metallo qualunque compiendo il circolo tocchi da una parte un conduttore umido, e dall'altra un altro conduttore parimenti umido, ma differente dal primo; o che il circolo compiasi anche senza metallo alcuno, senza verun conduttore di 1.ª classe, intervenendo però tre conduttori umidi, ossia di 2.ª classe, tutti tre diversi.

Intorno a che, specialmente riguardo a queste, e molte altre combinazioni di conduttori, o a dir meglio motori d'ambe le classi variamente intrecciati, osservate, amico attentamente, e fate osservare al vostro GALVANI le 20 figure, o tipi, con cui ha il VOLTA corredata la sopracitata sua Memoria al Prof. GREN, esprimenti i casi, ossia le combinazioni, in cui devono succedere, e le combinazioni in cui non devono succedere le scosse o moti muscolari, le sensazioni di sapore, ec.. Questi tipi parlano all'occhio; e le chiare spiegazioni date dal VOLTA dietro ai suoi principj, e il puntuale accordo dei risultati di tante e sì variate sperienze con questi principj, e l'estrema difficoltà, anzi impossibilità di spiegare pur tollerabilmente i risultati medesimi con qualsiasi altra ipotesi, pongono tali principj e spiegazioni nella maggiore evidenza: come vien ora dalla massima parte de' Fisici riconosciuto, e come dichiara fra gli altri il sullodato GREN; il quale ha pubblicata l'istessa Dissertazione Voltiana coi mentovati tipi, ossia figure, nel suo *Giornale di Fisica* in lingua tedesca per il 1.º Trimestre dell'anno scorso (*h*), e in seguito ne' suoi *Elementi di Fisica* parimenti tedeschi (*i*) un estratto della medesima dissertazione, con un bel Saggio ragionato sul GALVANISMO, e sulle diverse opinioni intorno a tal soggetto, nel quale Saggio, ossia transunto che forma un intiero Articolo, decide la questione intieramente e perentoriamente a favore del Volta (*k*).

---

[1] *In Cart, Volt. J 49 è la minuta di una nota scritta in prima persona analoga al testo.* [*Nota della Comm.*].

(*h*) *Neues Journal der Physik: des vierten Bandes erstes Heft.* Leipzig, 1797.

(*i*) *Grundriss der Naturlehre.* Halle, 1797.

(*k*) Daremo qui appresso in un'Appendice la traduzione di codesto Articolo.

Digitized by Google

Vi confesso pertanto, che mi ha molto sorpreso, e quasi scandalizzato la sicurezza con cui GALVANI, a fronte di tutto ciò, sostiene ancora la sua prima opinione affatto inconciliabile, e contrappone sul bel principio della recente sua Opera (pag. 3, della 1.ª Memoria) alcune proposizioni ed altrettante del VOLTA, ne' seguenti termini — « Egli vuol la elettricità la stessa, che la co- « mune a tutti i corpi (*l*); io particolare e propria dell'animale (*m*): egli pone « la causa dello sbilancio negli artifizj, che si adoprano, e segnatamente nella « differenza dei metalli (*n*); io nella macchina animale (*o*); egli stabilisce tal « causa accidentale, ed estrinseca; io naturale ed interna: egli insomma tutto « attribuisce ai metalli, nulla all'animale; io tutto a questo, nulla a quelli, ove si consideri il solo sbilancio » —. Or questo *insomma*, questo negare ai metalli qualsisia virtù o potere di sbilanciare il fluido elettrico, è ciò che mi ha ferito, contraddicendo, non solo a tanti argomenti e prove moltiplicate dal VOLTA sul soggetto del GALVANISMO, ma a fatti ben anche, e sperienze dirette, indipendentemente dal GALVANISMO; colle quali il medesimo avea già mostrato che il semplice combaciamento di due metalli diversi, e. g. Stagno e Argento, produce un notabile sbilancio di fluido elettrico, una vera *elettricità positiva*, ossia *in più* nell'uno, *negativa* ossia *in meno* nell'altro, elettricità valevole a dar segni, non che ai sensibilissimi elettroscopj animali, quali sono gli organi e membri della rana preparata, ec., ma agli elettrometri comuni ben anche, che sieno abbastanza sensibili, a quello cioè di BENNET a listerelle di foglietta d'oro, e ai suoi a paglie.

Queste sperienze fuori del GALVANISMO, nelle quali cioè non entra alcun corpo od organo animale, e si adoprano soli metalli, le facea già il VOLTA verso l'estate del 1796 e mostrolle a me, ed a molti intelligenti, fra' quali ai valenti Fisici Francesi BERTHOLLET e MONGE nel susseguente autunno, dopo che ne avea fatto parte ad altri suoi corrispondenti, segnatamente a GREN nelle già mentovate lettere scrittegli in Agosto, le quali poi comparvero pubblicate al principio del 1797, nel *Giornale di Fisica* di esso GREN, come si è già detto, e non molto dopo negli *Annali di Chimica* di BRUGNATELLI, che si stampano in Pavia.

Son persuaso, che GALVANI ignorava tali sperienze affatto decisive, quando pubblicò la sua ultima Opera poco dopo la metà dello stesso anno

---

(*l*) Così è; e la cosa non patisce alcun dubbio: come si è detto al principio di questa lettera; e come il VOLTA ha fatto chiaramente vedere specialmente nella già citata nota alla sua 3.ª lettera a VASSALLI.

(*m*) Ma e cosa vuol dire GALVANI con questo?

(*n*) E lo dimostra con esperienze variate in tutt'i modi possibili.

(*o*) Inutilmente, e senza prove: per mera supposizione dapprincipio, e in progresso per troppo attaccamento alla preconcetta opinione.

Digitized by Google

1797: nè io voglio fargli carico di questo. Ma ignorava egli ancora ciò che il VOLTA aveva esposto, e lungamente ragionato nella sua 3.ª Lettera all'Ab. VASSALLI, pubblicata nell'istesso Giornale Pavese al principio del 1796 (*p*). Pare veramente, che lo ignorasse, mentre s'attacca a combattere una spiegazione, che esso VOLTA avea data nella Lettera 2.ª, pubblicata due anni prima nell'istessa opera periodica (*q*), delle convulsioni che si eccitano in una rana preparata, i di cui nervi ischiatici pendenti si adducano al contatto delle nude carni delle coscie, e di altre simili sperienze, in cui non s'adoprano metalli, eppur si ottengono le convulsioni, ricorrendo cioè in tali casi ad uno stimolo prodotto da urto meccanico, ec.: s'attacca, dico, GALVANI di proposito a combattere tale spiegazione azzardata allora dal VOLTA, e in vero poco plausibile, la quale, dalla maniera con cui venne avanzata può anche dirsi che fosse semplicemente un sospetto; e nulla accenna, che il medesimo l'avesse poi abbandonata, e sostituitavi altra spiegazione più soddisfacente e analoga ai fenomeni di questo genere, qual è, che anche pel combaciamento tra loro di conduttori non metallici, di conduttori umidi, o di 2.ª classe, ove sian questi dissimili, vien incitato, e messo in moto il fluido elettrico; che anch'essi in una parola i conduttori umidi, sono, come i metalli, *eccitatori* o *motori*, sebbene in grado molto minore, e affatto debole, ec.. Questa cosa, che forma il principale soggetto di detta Lettera 3.ª al VASSALLI, viene ancora più sviluppata dal VOLTA nelle altre succitate lettere a GREN, ove pone sott'occhio tralle figure ossia tipi, di cui si è già parlato, anche quello rappresentante la combinazione di tre conduttori umidi dissimili, ec..

Non accade dunque più, torno a dire, obbiettargli le sperienze, in cui si ottengono nella rana compitamente preparata le convulsioni, sia con un solo ed unico metallo interposto a parti animali, o ad altri conduttori umidi dissimili, sia anche senza metallo alcuno, facendo cioè arco di comunicazione e compiendo il circolo con soli conduttori umidi o di 2.ª classe fra loro diversi, con sole sostanze animali. Non accade moltiplicare e variare somiglianti sperienze, e menarne rumore, predicandole, siccome esenti da ogni sospetto di elettricità artificiale ed estrinseca, così favorevoli e decisive per l'elettricità animale propria ed interna. Siffatte obbiezioni sono già prevenute, e abbastanza distrutte da VOLTA; e le sue spiegazioni fondate sempre sopra il medesimo generale principio, della facoltà cioè che hanno i *conduttori dissimili* non solo di 1.ª, ma anche di 2.ª classe, d'incitare e mettere in corso il fluido elettrico, soddisfano a tutti gl'indicati casi, e combinazioni.

Potrebbe rimanere solamente qualche difficoltà per quelle tralle sperienze

---

(*p*) *Annali di Chimica, ec.* Tomo XI. [*N.* XIV (C) *di questo volume. — Nota della Comm.*].

(*q*) *Annali, ecc.*, Tom. VI. [*N.* XIV (B) *di questo volume. — Nota della Comm.*].

Digitized by Google

obbiettate da GALVANI, e suoi pochi seguaci, in cui non compare che vi sia alcuna differenza ne' conduttori umidi, o nelle parti animali stesse, che si adducono a mutuo contatto, affrontandosi e. g. muscolo con muscolo, nervo con nervo, ec.: e ciò nondimeno han luogo le convulsioni. Ma svanisce anche questa difficoltà (e restano così tolte tutte), se si riflette, che non si ricerca, come ha provato in cento maniere il VOLTA, che una picciolissima differenza in qualche punto della superficie, una differenza anche impercettibile ne' conduttori portati al mutuo contatto, per incitare e muovere il fluido elettrico, tanto da scuotere una rana preparata di tutto punto, ed eccitabile al sommo. Così è: siccome basta, qualora adoprinsi o due pezzi dell'istesso metallo, dell'istesso argento, dell'istesso stagno, dell'istesso zinco, od anche un sol pezzo, interponendolo a conduttori umidi quali essi sieno, basta sovente che una delle estremità abbia diversa tempera, diversa lucentezza, oppur che sia leggermente sporca, o velata da qualche cosa di eterogeneo (basta e. g. averla fregata alquanto contro un tavolo di legno, o di pietra, contro una pelle, contro l'abito che si ha indosso, contro un metallo diverso, ec.) e che l'altra estremità non lo sia, o non egualmente; con che quel tal metallo, allorchè viene a compiere il circolo, trovasi effettivamente frapposto a due conduttori umidi o di 2.ª classe dissimili; così pure trattandosi di conduttori tutti di questa 2.ª classe, ossia umidi, basta talvolta, nelle circostanze cioè di una somma eccitabilità della rana preparata nel miglior modo, basta una leggier differenza fra tai conduttori, una differenza poco o nulla rimarcabile. Non così se la rana non è compitamente, e di fresco preparata, e in sommo grado eccitabile: in tal caso vi vuole un'eterogeneità più marcata ne' conduttori umidi, che prendono di mezzo il conduttore metallico omogeneo; e nel caso, che non entri alcun metallo, richiedesi assolutamente che la rana sia preparata di tutto punto, e inoltre bisogna far toccare ai muscoli del dorso, o meglio ai nudi nervi ischiatici, non già qualunque parte della gamba, non le carnose e molli, ma bene, come avverte il VOLTA (nelle cit. lettere a VASSALLI e a GREN), quella parte bianca e tendinosa, in cui termina il muscolo gastrocnemio. Che se la rana preparata è ancor meno eccitabile, però in grado tuttavia più che mediocre, non basta neppure far toccare ai nervi ischiatici, o ai muscoli dorsali cotal parte tendinosa della gamba; ma vi vuole al dippiù, che qualche umore viscido, o salino s'interponga ove tali parti si adducono al contatto, che l'una o l'altra cioè, od ambedue sieno imbrattate di sangue, o s'intridano a bella posta di scialiva, d'orina, d'acqua salata, di sapone stemperato, o meglio d'un forte liquor alcalino.

Ecco pertanto quanto può l'eterogeneità anche dei soli conduttori umidi, o di 2.ª classe; e come gli effetti corrispondono giustamente ai gradi di tale eterogeneità, voglio dire son maggiori dove questa appar maggiore, ec.. Or dunque anche quando col venir a combaciarsi o muscolo con muscolo, o nervo

Digitized by Google

con nervo, non vi si scorge notabile eterogeneità al luogo di tal combaciamento, se avvenga pure (il che a dir vero avviene di raro), che la rana preparata nel miglior modo si scuota, in tal caso oltre al riconoscere in quegli organi una somma, e più che ordinaria eccitabilità, dobbiamo altresì presumere, che vi abbia pure qualche eterogeneità, qualche differenza, se non sostanziale, accidentale almeno, tralle parti addotte al contatto, o tralle altre che compongono il circolo, qualche differenza che basti ad incitare e movere alcun poco il fluido elettrico, a determinare una picciola corrente, e produrre con ciò l'osservato effetto delle contrazioni muscolari: contrazioni, che sì di leggieri si eccitano in cotali rane sensibilissime e preparate in tal guisa, col più picciolo stimolo, segnatamente collo stimolo elettrico; come mostrano altre sperienze colle boccie di Leyden, e coi conduttori elettrizzati al modo ordinario, bastando all'uopo le più deboli cariche, insensibili cioè al più delicato elettrometro: dobbiam, dico, presumerla in un luogo o nell'altro del circolo, in questo o quel contatto, una qualche differenza od eterogeneità, ancorchè non compaja manifesta. E chi potrà sostenere, che nulla affatto v'intervenga di eterogeneo? Che vi si trovi in tutti i luoghi di accozzamento o giuntura dei pezzi componenti il circolo, una perfetta omogeneità delle superficie combaciantisi? Che non differiscano il minimo che gl'integumenti di uno da quelli dell'altro nervo, o muscolo, ne' punti che si affacciano, e vengono al contatto? Che non siano intrisi, e neppure leggermente spalmati da umore alquanto diverso, ec.? Certamente è meno supponibile una perfetta omogeneità, quale ci vorrebbe per dar forza all'argomento dei Galvaniani, che una qualche eterogeneità più o meno marcata, od anche inosservabile, che pure basta, come si è veduto, per la causa del VOLTA.

Vi ho già fatto osservare (ed è cosa che merita una particolar attenzione), che se i conduttori umidi, ossia di 2.ª classe, sono anch'essi *motori*, solchè s'incontrino di specie o qualità diversi nelle superficie o punti con cui vengono a toccarsi l'un l'altro, come con mille prove ha dimostrato il tante volte nominato Professore di Pavia; non lo sono però a giudizio del medesimo, e a tenore di evidenti sperienze, al segno che lo sono i conduttori metallici, ossia di 1.ª classe, ma di gran lunga meno. Ne è una prova il vedere, che senza metalli, con soli cioè conduttori umidi, o di 2.ª classe, anche scegliendo i più attivi di questa classe, fra i quali è l'acqua fortemente salata, il sapone stemperato, la lisciva, e soprattutto l'olio di tartaro, ossia potassa liquida, scegliendo, dico, qualsisia di questi e contrapponendolo all'acqua semplice, od a' corpi imbevuti d'umore poco o nulla dissimile dall'acqua, non si arriva mai a scuotere una rana, se questa non è trucidata e tagliata di fresco, e preparata compitamente, in guisa cioè che il nervo sporga dal muscolo, e mostrisi spogliato e nudo tutt'intorno. Assicura il VOLTA, e potrete voi pure accertarvi, che senza tal preparazione, nè in una gamba, o membro qualunque, nè in una rana

Digitized by Google

scorticata e sventrata soltanto, molto meno in una intiera, riesce di poter eccitare le convulsioni col mezzo di compiere il circolo deferente, se in tal circolo non entrino o due conduttori di 1.ª classe abbastanza diversi fra loro (come argento, rame, od ottone, contro piombo, o stagno; ferro, stagno contro zinco; e meglio poi quest'ultimo contro alcuno di que' primi), oppur anche un sol conduttore di 1.ª classe, un sol metallo, frapposto però a due di 2.ª, diversi questi un dall'altro, e diversi al maggior segno (come stagno interposto a dell'acqua, od altro corpo imbevuto di umor acqueo da una parte, e un forte liquor alcalino dall'altra; ferro tra acqua ed ossinitroso; argento tra acqua, e solfuro in liquore). Che se non entra alcun metallo, se i conduttori sono tutti di 2.ª classe, non si ottiene mai nulla, per quanto diversi sieno un dall'altro, se non coll'ultima perfetta preparazione, liberato cioè il nervo nel modo già detto, e soltanto ove le parti preparate così di tutto punto godano di un'insigne eccitabilità.

Del resto quanto e come influisca una tal preparazione, lo ha molto bene dimostrato il VOLTA medesimo. Ci fa egli vedere, che ove con metalli meno diversi dei sopramentovati, ossia meno distanti nella colonna o scala da lui costrutta dietro un gran numero di sperienze, ed esposta singolarmente nelle lettere al VASSALLI, già più volte citate, con oro p. e. contro argento, con argento contro rame od ottone, con ottone contro ferro, con piombo contro stagno, non riesce di scuotere nè la rana intiera, nè una di lei gamba recisa, nè un semplice muscolo; riesce poi a meraviglia in tutti questi, quando sia messo a nudo, e reso libero e sporgente il rispettivo nervo, e questo si adatti convenientemente nel circolo. Così pure non riesce, ove manchi tal preparazione, con conduttori umidi meno diversi dei sopra indicati, fra i quali venga interposto un metallo solo, qualunque ei sia, interponendo e. g. o zinco, o stagno, o ferro, od ottone, od argento, tra acqua ed un succo vegetabile, acqua e scialiva, sangue, orina, muco, chiara d'uovo, colla liquida. Ma se con tali conduttori umidi non abbastanza dissimili, a' quali frappongasi un metallo solo non riesce, come ora si è detto, di scuotere i muscoli e membri della rana, che non sieno nell'indicato modo preparati, riesce benissimo quando lo sieno a dovere: e ciò per la ragione, che così preparati, in guisa cioè che tutta la corrente elettrica, qualunque sia, debba ristringersi, e tragittare pel nervo, si risente questo molto più facilmente; com'è facile a comprendersi, e come si manifesta anche alla prova delle scariche elettriche ordinarie; bastando e. g. in tali circostanze di compita preparazione delle parti, ad eccitare la forza nervea, e quindi le contrazioni muscolari, bastando, dico, giusta le sperienze di VOLTA, la debolissima carica di una boccetta di Leyden picciolissima, carica non sensibile ai comuni elettrometri, neppure al sì delicato elettroscopio di BENNET, una carica, che non arriva per avventura a $^1/_{10}$ di quella, che potrebbe far divergere di 1. linea le fogliette d'oro di esso elettroscopio; laddove senza tal preparazione,

Digitized by Google

che metta allo scoperto, e libero tutt'intorno il nervo, la carica della boccetta per produrre l'istesso effetto delle convulsioni, vuol essere più di 10, od anche più di 16 volte maggiore, ec..

Come però anche non preparata la rana, ma trucidata soltanto, si scuote violentemente, disposto e compito il circolo conduttore, nel quale trovinsi o due conduttori di 1.ª classe, due metalli, abbastanza diversi a mutuo contatto, od anche un solo di questi, interposto però a due conduttori di 2.ª classe assai diversi fra loro, conforme si è detto poco sopra, e conforme prescrive il nostro VOLTA; non dee più far meraviglia, che sventrato l'animaletto, e messi in parte allo scoperto i nervi ischiatici, sicchè debba passare per questi più raccolta la corrente elettrica, basti a produrre le stesse convulsioni una minore differenza tra quelli o questi conduttori, o a meglio dire *motori* di elettricità; che a misura che vien portata più avanti la preparazione, basti una sempre minore differenza finchè compita tal preparazione, snudati cioè tutt'intorno i detti nervi, una differenza picciolissima, anche de' soli conduttori di 2.ª classe, e talvolta impercettibile, basti ancora, segnatamente ove s'incontri negli organi così preparati una somma eccitabilità.

Digitized by Google

APPENDICE.

ARTICOLO TRATTO DAGLI ELEMENTI DI FISICA DI GREN (*a*).

Parte 2ª. Capo 4º.

DELLA COSÌ DETTA ELETTRICITÀ ANIMALE.

§ 1392. Allorchè ad una rana viva si snuda un nervo, es. gr. il crurale, e questo nervo si tocca contemporaneamente con due metalli diversi, es. gr. con argento e stagno, con argento e zinco, intanto che anche questi metalli sono in contatto fra di loro, insorge al momento una contrazione convulsiva dei muscoli, a cui quel nervo si dirama. Un tal fenomeno ha luogo fintanto che dura nelle parti la vitalità. Se pongasi l'estremità dei nervi sopra un metallo, e. g. sopra un pezzo di stagnuola, e alla carne snudata o muscolo, in cui s'impianta il nervo, applichisi un altro metallo, e. g. una striscia di foglia d'argento; e tocchinsi ora ambedue i metalli con un arco non conduttore, non compajono le convulsioni; esse però insorgono tostochè le dette laminette metalliche si fanno comunicare per mezzo di un buon conduttore elettrico, per mezzo e. g. di un filo metallico, per mezzo di un carbone. Le convulsioni compajono similmente se i due luoghi d'un solo nervo si appongano due diversi metalli, e questi sian messi in comunicazione, mediante un buon conduttore; e similmente non compajono, ove la comunicazione si faccia mediante un non-conduttore.

§ 1393. Le sperienze possono farsi in altra interessante curiosa maniera, cioè col levare intieramente alla rana viva la pelle, estrarre le interiora, e prepararla in guisa, che le sue gambe posteriori restino unite al tronco unicamente per i nervi crurali. Si ponghino allora due bicchieri di vetro pieni d'acqua vicini l'uno all'altro e quasi contigui, e si corichi sopra essi la rana in guisa, che il tronco peschi nell'acqua dell'uno, le gambe nell'acqua dell'altro bicchiere. Ciò fatto, se tuffisi un metallo nell'acqua dell'uno, e un altro metallo diverso nell'acqua dell'altro bicchiere, in modo che ciascuno di tai metalli sporga fuori anche dell'acqua; ecco comparire le convulsioni nella rana tostochè essi metalli si adducano a un mutuo contatto.

§ 1394. Se invece s'adoprino per questa sperienza, o per la precedente solo metalli della medesima specie, i quali non siano in alcun modo diversi, non succede al contatto di uno col-

---

(*a*) Il titolo di queste eccellenti Opere nell'originale tedesco è: *Grundriss der Naturlehre* von FRIEDRICH ALBRECHT CARL GREN Professor zu Halle. *Mit fünfzehn Kupfertafeln dritte ganz umgearbeitete Auflage.* Halle 1797.

Digitized by Google

l'altro, e colla rana alcuna commozione della medesima; succede però, avvegnachè debolmente, e soltanto con una rana dotata di forte vitalità, quando i metalli sono bensì della medesima specie, ma pure differiscono nella durezza o tempera, nella lega, nel polimento, nell'esterno stato regolino, o lucentezza metallica. Così e. g. non ottiensi alcuna convulsione della rana nell'ultima addotta sperienza, se il collegamento dell'acqua nei due bicchieri facciasi e. g. mediante un arco di filo d'argento, il quale sia del tutto e in tutto uniforme ed omogeneo.

§ 1395. Ma che? Anche nell'addotto caso tornano a comparire le convulsioni, sol che una delle estremità di tal arco metallico omogeneo, s'intonachi, o sporchi di un conduttore liquido, diverso dalla semplice acqua, e. g. di un liquore alcalino, di ossinitroso, di una dissoluzione di fegato di solfo; oppure pongasi in uno dei bicchieri acqua pura, nell'altro aceto, od acqua salata, o un liquor alcalino, od una dissoluzione di solfuro di pot., e la concatenazione si faccia pure anche adesso per mezzo di un solo metallo.

§ 1396. I riferiti fenomeni delle contrazioni muscolari sonosi ottenuti non solamente nelle rane ed altri animali a sangue freddo, ma sibbene negli animali a sangue caldo, ed anche nelle membra umane, per tutto il tempo che vi durava la facoltà eccitabile. Solamente mostransi tanto più deboli tali convulsioni, quante, le altre cose pari, è minore essa eccitabilità, e durano tanto meno, quanto più presto la medesima svanisce.

§ 1397. Si applichi fra la punta della lingua, e il labbro inferiore una laminetta di stagno, sicchè ne sopravanzi un pezzo; si tocchi in seguito la faccia superiore di essa lingua con un pezzo d'argento, e col medesimo si tocchi a un tempo la stagnuola sporgente: si sente, al momento che i due metalli toccansi fra di loro, e insieme toccano la lingua, un sapore assai rimarcabile e vivo, che ha del caustico (*b*).

§ 1398. Si empia una tazza di stagno di latte di calce, oppure di una lisciva alcalina mediocremente forte; s'impugni la tazza con una od ambe le mani, umettate dianzi con acqua semplice; e si porti l'apice della lingua sopra il liquore contenuto nella tazza: ecciterassi tosto la sensazione di un sapore acido sulla lingua, che tocca quel liquore alcalino. Questo sapore è, almeno sul principio, ben deciso, finchè cambiando poco a poco fa luogo da ultimo al sapore alcalino proprio del liquore.

§ 1399. Si prenda una tazza di stagno (meglio ancora di zinco); si adatti sopra un piede d'argento, e si riempia di acqua pura. Intingendo la punta della lingua in questa acqua, si prova, com'è naturale, insipida; non si tosto però si viene colle mani ben umettate a stringere il piede d'argento, che la lingua sente un sapor acido decisissimo.

§ 1400. Finalmente portisi fra la mandibola sinistra superiore, e la sinistra guancia, una spranghetta di zinco, e fra la mandibola dritta inferiore, e la guancia dritta una spranghetta d'argento, e ciò in guisa, che i due pezzi metallici sporgano fuori della bocca; appresso si vadano accostando l'una all'altra queste estremità sporgenti: una sensazione di luce facendosi l'esperienza all'oscuro, un repentino chiarore colpirà la vista al momento che giungeranno i due metalli al mutuo contatto.

§ 1401. Se in tutti gli esposti casi hanno ad eccitarsi le contrazioni muscolari, o le sensazioni, egli è affatto necessario, che conduttori di diversa specie sian messi a contatto sì fra loro, che cogli organi irritabili o sensibili.

(*b*) Vuol dire del caustico ossia mordente ossico, non già alcalino, come si spiega in appresso. Sentesi però il sapore alcalino, o tirante all'alcalino, se invertasi il luogo ai metalli, applichisi cioè alla punta della lingua l'argento, e al suo dorso lo stagno: della quale curiosissima sperienza, e che serve molto alla teoria del VOLTA non fa menzione GREN, che pure addotta la teoria medesima.

Digitized by Google

§ 1402. Per eguali eccitabilità delle parti animali non producono già i diversi conduttori, in contatto con esse parti e fra loro, effetti egualmente forti. Questi sono tanto più gagliardi, quanto i metalli impiegati distano un dall'altro nel seguente ordine o serie.

Zinco
Stagno in foglia
Stagno in lastra
Piombo
Ferro
Ottone
Rame
Platino
Oro
Argento
Mercurio (*c*)
Piombaggine
Carbone di legna.

§ 1403. Il primo, che osservò i moti muscolari eccitati pel contatto di due diversi metalli, fu GALVANI a Bologna; e vennero quindi dietro lui dinotati e compresi i fenomeni di questo genere sotto il nome di Galvanismo. Le sperienze intorno a tal soggetto occuparono indi tosto un gran numero di Fisici e Fisiologi in molti paesi; furon esse ripetute e variate in più maniere, e si scoprirono molti nuovi fatti. Come però suol accadere comunemente riguardo alle scoperte di fatti fisici, che tosto si arrischiano delle spiegazioni intorno alle loro cause, prima anche che i fatti stessi siano stati convenientemente moltiplicati e variati; così avvenne anche qui. Si ricorse tosto sul bel principio ad una propria *Elettricità animale*, inerente agli organi, ed eccitante i moti muscolari; e si vuole, che i muscoli se ne caricassero e scaricassero a vicenda regolatamente. Altri spiegarono cotali fenomeni mercè di chimiche miscele e alterazioni, le quali per l'azione dei metalli un sopra l'altro, e sopra gli organi viventi, ossia sostanze animali poste loro a contatto, accader dovessero in queste, e misero in campo delle opinioni sopra di ciò, che hanno pur troppo del maraviglioso. Nissuno fra tutti gli investigatori della natura, che si sono occupati di questo soggetto, lo ha in tante maniere, e con sì molteplici ricerche esaminato, quanto il Sig. VOLTA. A lui noi dobbiamo la maggior parte delle scoperte a tal soggetto appartenenti, e la determinazione più esatta delle circostanze, che v'influiscono. Egli è anche quegli, che il primo ha spiegata, e messa in chiaro la causa vera agente in tali fenomeni, e che ha dimostrato fino alla più conveniente evidenza, che questa causa, la quale negli addotti casi eccita i moti muscolari, ed affetta i sensi del gusto e della vista (*d*), è il fluido elettrico comune; il quale, non già in virtù di un processo vitale o di una funzione organica, ma bene in virtù del contatto mutuo di conduttori eterogenei, vien

(*c*) GREN copiando la tavola di VOLTA ha copiato anche l'errore scorsovi riguardo al mercurio, che va collocato sopra tra lo stagno e il zinco. Del resto non l'ha neppure copiata per intiero, e come sta nella 3.ª lettera di VOLTA al VASSALLI, inserita nel tom. XI, di questi *Annuali*, a cui rimandiamo. [*N.* XIV (C) *di questo volume*. — *Nota della Comm.*].

(*d*) Le sperienze del VOLTA sull'occhio, quelle di HUMBOLDT, e di altri sopra le piaghe, ec. han fatto vedere, che anche il senso del tatto ne è affetto, eccitandovi, coi soliti artifizi de' metalli dissimili, bruciore e dolore nelle parti dotate di squisita sensibilità.

Digitized by Google

messo in azione, che questo fluido elettrico posto in circolazione stimola le parti eccitabili, e cagiona così moti muscolari, e le sensazioni. A lui finalmente è riuscito di mostrarci la materia elettrica messa in azione pel combaciamento di conduttori eterogenei, di mostrarla, dico, e renderla osservabile all'Elettrometro coll'ajuto del duplicatore (*e*). Così dunque son riuscite queste ricerche poco o nulla rischiaranti e feconde per la Fisiologia, ma tanto più per la Fisica nella provincia de' fenomeni elettrici.

§ 1404. La materia elettrica libera e mossa è uno stimolante per la fibra vivente, e la conseguenza dello stimolo portato dalla sua immediata corrente e passaggio per essa fibra, è o sensazione, o moto della medesima. La fibra muscolare snudata, o i suoi nervi sono per tal modo il più sensibile Elettroscopio, e indicano così l'esistenza di una corrente elettrica, la quale non sarebbe altrimenti valevole ad alzare o movere il più fino elettrometro. Al contatto di conduttori eterogenei il fluido elettrico vien messo in moto; sia che tutti i conduttori nello stato naturale ne contengano una dose eccedente alcun poco il grado di saturità, ed esercitino anche verso il medesimo una diversa forza attrattiva; o che il combaciamento fra di loro lo metta all'atto stesso in libertà, ed essi quindi lo attraggano qual più fortemente, e quale più debolmente. Formasi pertanto da tai conduttori un circolo non interrotto? Il fluido elettrico ne verrà tratto in giro (ciò che per altro non potè scoprirsi coi fin qui usitati nostri stromenti). Or quando e. g. gli snudati nervi crurali di una rana formano essi medesimi di questo circolo di conduttori eterogenei un pezzo conducente, in guisa che tutto o quasi tutto il torrente di materia elettrica dee passare per essi soli, e tali nervi posseggono ancora un resto di vitalità; ecco che i muscoli appartenenti a questi nervi cadono in convulsione, tostochè il compiersi del circolo conduttore occasiona l'indicata corrente elettrica, e tutte le volte che, dopo un conveniente interrompimento, si ristabilisce esso circolo, ossia compiesi di nuovo a dovere. Quando, in luogo dei nervi inservienti ai moti, trovansi compresi nel circolo conduttore quelli della punta o dei bordi della lingua, che servono al gusto, oppure la parte esterna del bulbo dell'occhio, vengono pur anco dall'istessa corrente elettrica eccitate le sensazioni di sapore, e di luce.

§ 1405. Coerentemente a ciò puossi nella seguente maniera, con un'esperienza assai curiosa e sorprendente, produrre a un tempo stesso e moti muscolari, ed eccitamento nei sensi della vista e del gusto, mediante il torrente elettrico, di cui si tratta. Stiano quattro persone in piedi sopra un pavimento non molto deferente, e comunichino insieme, ordinandosi per formare un circolo conduttore, nel modo che siegue. La prima della fila impugni nella mano destra, la quale però debbe essere bagnata d'acqua, una spranga o lastra di zinco; e con un dito della mano sinistra tocca l'apice della lingua della seconda persona; la quale con un dito pur essa tocca il nudo bulbo dell'occhio della terza persona; questa terza persona sostiene con una mano bagnata le parti posteriori di una rana preparata compitamente nel modo sopra indicato, il di cui tronco snudato è tenuto dalla mano destra della quarta ed ultima persona della fila, la quale impugna colla man sinistra ben umida una spranga d'argento. Così disposte le cose qualora il primo, e l'ultimo della fila portino la spranga di zinco, e quella d'argento a toccarsi scambievolmente, e compiano per tal modo il circolo, avviene che la persona, il cui apice della lingua è toccato, vi senta un sapor ossico (acido), l'occhio toccato della terza persona sia affetto da un momentaneo chiarore, e le gambe e coscie della rana tenuta dalla terza e quarta persona cadono in violenti convulsioni.

(*e*) Ed anche senza duplicatore, col solo suo Condensatore; e fin senza di questo, ottenendo un'elettricità marcabile a dirittura dall'Elettrometro (v. la sua 3.ª Lettera all'istesso GREN in questi *Annali*, tom. XIV, e nel presente la lettera anonima avanti quest'Appendice, e quella che siegue). [*N.* XVIII (C) *di questo volume.* — *Nota della Comm.*].

Digitized by Google

§ 1406. I diversi conduttori elettrici manifestano il potere di cagionare mercè il mutuo loro contatto una corrente elettrica, non con eguale attività. Il Sig. VOLTA li divide sotto questo punto di vista in due classi: in *conduttori secchi*, che formano la 1.ª e alla quale appartengono segnatamente i metalli, le piriti, e i carboni di legna; e in *conduttori umidi*, che formano la 2.ª classe. Or dunque ogniqualvolta in un compito circolo di conduttori trovisi od uno della 2. classe interposto a due della 1.ª fra loro diversi; o inversamente uno della 1.ª classe interposto a due fra loro pure diversi della 2.ª, viene da quella forza che è prevalente determinata una corrente elettrica a sinistra o a destra, la qual corrente cessa se s'interrompa il circolo, e ripiglia di nuovo se venga questo ristabilito, e fa sorgere così nelle parti eccitabili, che formano una parte del circolo conduttore, le rispettive sensazioni e moti. Il sig. VOLTA ha dedotto dalle sue ricerche, e dimostrato, che l'azione elettrica si dispiega principalmente pel contatto di due diversi metalli coi conduttori umidi; quantunque la medesima abbia luogo eziandio pel contatto dei conduttori eterogenei secchi fra di loro (*f*); e fin anche degli eterogenei umidi pure fra loro.

§ 1407. Le diverse sorti di combinazioni dei conduttori fra di loro, per determinare una corrente elettrica, si possono rendere, e mettere sott'occhio con delle figure, ch'io perciò aggiungo qui nella tavola XV quali ce le ha date il sig. VOLTA (*g*). Esse servono ancora a porre in un'evidenza visibile i principj, che vi hanno rapporto (*h*).

(*f*) Anzi ella è generalmente più forte cotal azione nel contatto fra loro dei diversi metalli, di quello sia nel contatto co' conduttori umidi, come ha mostrato il VOLTA nella 2.ª e 3.ª letta all'istesso GREN.

(*g*) Lett. a GREN. Vedi il suo *Neues Journal der Physik* 1.° Quaderno del Tomo IV e il Tomo XIII di questi nostri *Annali*. [*N.* XVIII (A) *di questo volume*. — *Nota della Comm.*].

(*h*) Qui siegue GREN a spiegare tali figure, o tipi, che sono in numero di 20 rappresentanti altrettante combinazioni di conduttori di 1.ª e di 2.ª classe diversamente intrecciati, e sì anche di conduttori di quest'ultima classe solamente, siegue l'Autore a spiegare distintamente dette figure, e a farne l'applicazione ai principj che ne ha fatto VOLTA nei già citati luoghi, e che sarebbe perciò inutile di ricopiare.

Digitized by Google

Digitized by Google

XX (B).

LETTERA SECONDA.

Como, Aprile 1798.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
Br. Ann. T. XVI (1798) pg. 42.	Cart. Volt.: J 51; L 18.

OSSERVAZIONI.

TITOLO:

DATA: scritta dal V. in J 51 e in L 18.

J 51 è una minuta ampia ma non completa delle due lettere.

L 18 è una minuta più accurata delle due lettere quasi esattamente concordante col testo che si pubblica, ma mancante della fine.

Digitized by Google

Digitized by Google

LETTERA SECONDA.

Sciolte intieramente le obbiezioni di GALVANI, e pochi suoi seguaci, si sostiene dunque e trionfa l'opinione del VOLTA; il quale stabilendo che i *conduttori diversi* tra loro, massime i metallici, ove si combacino, la fanno insieme da veri *eccitatori* o *motori* di elettricità, deduce da questo solo principio, e spiega tutti gli effetti, che da'Galvaniani si sono attribuiti ad una supposta elettricità animale, proveniente cioè dalle proprie forze organiche. Non è pertanto da maravigliarsi se questo suo sentimento, che riduce tutto ad un'elettricità artificiale ed estrinseca, venne dove più presto, e dove più tardi, addottato alla fine dalla comune dei Fisici, massime oltramontani (*a*). In Italia solamente dai Bolognesi, e da qualche Toscano incontrò, fino ad ora delle forti e decise opposizioni; che pure si sarebbe creduto dovessero cessare, dopo che il medesimo mise in campo, e pubblicò, son circa due anni, una serie di nuove bellissime sperienze, le quali provano direttamente, e pongon sott'occhio tal forza mo-

(*a*) Non conviene intieramente con VOLTA, o almeno non conveniva pochi anni sono il cel. Fisico Napolitano, stabilito da molto tempo in Londra, il sig. TIBERIO CAVALLO, membro di quella Società Reale, ec., come non conviene neppur in oggi, facendone però i maggiori elogi, il grande Fisiologo e Naturalista tedesco HUMBOLDT, del quale abbiamo un'opera molto estesa sopra tal soggetto, e piena di profonde viste, intitolata *Ersuchen, ecc.*, ossia: *Ricerche sopra la fibra muscolare, e nervea irritata, con congetture sopra il processo chimico della vita nel Regno animale, e vegetabile.* Tomo primo, di 495 pagine, con rami. Berlino, 1797: nella qual opera (che, come sentiamo, si sta traducendo a Parigi), sembra, che troppo si abbandoni l'autore a delle pure speculazioni, e più del giusto conceda a un certo sistema chimico-fisiologico, che va formandoci il suo ingegno. È nato da pochi anni, e si è propagato, massime in Germania, il gusto di una tal Fisiologia chimica transcendente.

Fuori di questi, non so che altri Fisici oltramontani contraddicano al presente al sentimento di VOLTA intorno al Galvanismo; anzi convengono per tal maniera nell'attribuire gli effetti all'azione specialmente dei metalli, che disegnano ciò col termine già molto invalso di *irritamentum metallorum.* Veggasi l'eccellente Dizionario di Fisica di GEHLER: *Physikalisches Wörterbuch*, ec. P. V. ossia supplementi, 1795. Art. *Electricité animale;* e il Giornale di Fisica di GREN parimenti tedesco, nei volumi dal 1793 al 1797, e l'articolo sullodato de' suoi Elementi di Fisica.

Digitized by Google

trice, cotale spostamento del fluido elettrico pel semplice mutuo contatto di conduttori appunto dissimili: sperienze indipendenti dal Galvanismo, e di un altro ordine, per dir così, delle quali avendovi io dato soltanto un breve cenno nella precedente lettera, mi propongo ora di trattenervi, dolce e cortese amico, più di proposito (*b*).

E primieramente quanto ai conduttori metallici, e di 1.ª classe, che sono anche in linea di *motori* assai più eccellenti che quelli di 2.ª, ha il nostro VOLTA resa sensibile all'elettrometro l'accumulazione di fluido elettrico, che fassi in un metallo a spese di un altro, nello stagno e. g. a spese dell'argento, per virtù di tale mutuo contatto; ha reso sensibile cotesto sbilancio, cotesta elettricità artificiale per tal semplice mezzo prodotta, sensibile, dico, e misurabile ai comuni elettrometri, prima coll'ajuto del *Duplicatore* (istromento fondato sopra gl'istessi principj del suo *Condensatore*, e che altro non è propriamente che un Condensatore o Collettore composto (*c*)); poi col Condensatore semplice; poi anche senza dell'uno e dell'altro (*d*): ecco come.

Egli applica un piattello d'Argento del diametro di 2 in 3 pollici, cui sostiene per un manico isolante (formato da un bastoncino di vetro incrostato di buona ceralacca) ad un simile piattello di stagno non isolato, ambedue ben tirati, in guisa che si combaciano a dovere, del che sarà segno se manifestino una notabile adesione fra loro (*e*): pochi momenti, od anche un sol istante dopo, stacca ad un tratto, e in direzione perpendicolare l'un piattello dall'altro, in guisa cioè di tenere parallele fra loro le faccie fino a che ne sia compita la separazione; e tosto porta esso piattello d'argento isolato a toccare l'uncino o cappelletto di un sensibilissimo elettroscopio a listerelle di foglia d'oro: ed ecco che queste fogliette acquistano qualche divergenza, per un qualche grado di elettricità, che loro comparte detto piattello; il quale, come si vede, non ha potuto esso medesimo acquistarla, che nel previo suo combaciare lo stagno, e in virtù di tale combaciamento.

(*b*) Intorno a tali sperienze versano la 2.ª e 3.ª lettera del nostro VOLTA a GREN inserite nel Tomo XIV, di questi *Annali*. [*N.*ⁱ XVIII (B) *e* XVIII (C) *di questo volume. — Nota della Comm.*].

(*c*) Si deve a BENNET l'idea, e la prima costruzione di questo *Condensatore composto*, cui ha dato nome di *Duplicatore;* il quale migliorato prima da CAVALLO, è stato poi perfezionato e ridotto ad una macchinetta assai comoda ed elegante da NICHOLSON. Se ne possono vedere le rispettive originali descrizioni nelle Transazioni Filosofiche di Londra Vol. LXXVII e LXXVIII per l'anno 1788, copiate poi, segnatamente quella del Duplicatore a molinello di NICHOLSON, nel Dizionario di Fisica di GEHLER P. V.: nel Giornale di Fisica di GREN, Vol. 1 e 11: e negli *Annali di Chimica* di Parigi ultimo trimestre del 1797.

(*d*) Vegg. le cit. 2.ª e 3.ª Lett. a GREN.

(*e*) Gioverà qui avvertire, che se una tale coesione è vantaggiosa, indicando un migliore combaciamento, non è assolutamente necessaria, bastando per una mediocre riuscita, che le faccie d'incontro sieno discretamente piane.

Digitized by Google

La divergenza, che prendono i pendolini dell'elettroscopio per un solo di tali toccamenti è poca cosa, e riesce quasi impercettibile, arrivando difficilmente a scostarsi di ½ linea, o di $^3/_4$ le loro estremità. Quindi anche sian lunghi tali pendolini, ossia fogliette d'oro, 2 buoni pollici, e sieno delle più sottili, che si preparino dal battiloro, ma col ripetere il giuoco, cioè coll'applicare nuovamente l'un contro l'altro i due piattelli, staccarli nell'indicato modo, e ritoccare con quello che tiensi isolato il cappelletto dell'elettroscopio, col reiterare, dico, tal giuoco a dovere, quattro, cinque, sei volte, giunge il VOLTA a portare la divergenza ad 1 linea, e fino ad 1 ½.

La sperienza riesce ancor meglio adattando e fissando a vite l'istesso piattello d'argento sulla testa dell'elettroscopio; applicandovi poi sopra a combaciamento l'altro piattello di stagno munito del braccio isolante, staccando indi questo a riprese, e con acconci toccamenti del dito, o d'altro conduttore, spogliandolo ogni volta, avanti rimetterlo, di quel poco di elettricità che acquistò nel precedente combaciamento: riesce, dico, così di far divergere le fogliette dell'elettroscopio portante il piattello d'argento a buone linee, ed anche un poco più. [1]

Ciò che si ottiene portando il piattello d'argento a combaciare uno di stagno, si ottiene puranco portandolo a combaciare un piattello di zinco: anzi l'effetto è considerabilmente maggiore, talchè arriva il VOLTA a far divergere le fogliette dell'elettroscopio, a 2, 3 linee, ed anche più. [2]

Or quella elettricità, che giunge a produrre una divergenza di 3 linee, di 2 ed anche un poco meno nei pendolini di un elettrometro, è ben abbastanza forte per rendersi osservabile, e manifestarci senza equivoco di quale specie ella sia se *positiva* ossia *in più*, o *negativa*, ossia *in meno*, osservando cioè, se cresca o scemi cotal divergenza coll'accostare all'elettrometro medesimo un bastoncino di vetro, od uno di ceralacca eccitati collo stropicciamento. Or dunque trovasi essere costantemente *negativa* nel piattello d'argento, che ha combaciato lo stagno e lo zinco; onde s'inferisce, che debba essere *positiva* l'elettricità di questi; il che poi si verifica invertendo l'esperienza, cioè facendo comunicare all'elettrometro il piattello di stagno, o quello di zinco, che han toccato l'argento, ec..

Comunque però riesca nelle circostanze favorevoli, e colle attenzioni indicate (*f*) sensibile abbastanza l'elettricità acquistata dai piattelli nel mutuo loro contatto, per iscoprirsi a dirittura, e dar luogo anche a distinguerne la specie, giova ad ogni modo, e riesce di maggior soddisfazione il renderla più sensibile e patente col portarla ad un grado di forza molto maggiore, tantochè

(*f*) Vegg. intorno a ciò la cit. 2ª lett. a GREN, in cui più minutamente fa osservare il VOLTA le condizioni richieste al miglior esito di tali sperienze.

Digitized by Google

valga a far vibrare i pendolini di un elettrometro anche meno delicato, di uno cioè a paglie; e talor anche diviene tal artificioso accrescimento necessario eziandio per movere l'elettroscopio a fogliette d'oro, quando cioè i piattelli, che si portano al combaciamento, o non sono molto dissimili, o non si affacciano con abbastanza larghe superficie (il che quanto influisca e perchè, viene ampiamente spiegato dal VOLTA nella 2ª e 3ª lettera a GREN), e sortono quindi dal mutuo contatto con elettricità affatto insensibile. Per ottener dunque l'intento ricorre il VOLTA al *Condensatore*, ch'io chiamerei più volentieri *Collettore di elettricità:* stromento da lui inventato ha già parecchi anni, e che gli ha fatto fare altre importanti scoperte. Voi conoscete sicuramente, illustre Professore, questo prezioso stromento fisico, e le varie foggie, che gli si posson dare; e quindi vi riuscirà facile d'intendere com'egli lo adoperi il VOLTA per portare ad un grado assai considerabile di forza la debolissima elettricità, di cui si tratta, quella cioè che nasce dagli indicati combaciamenti dei piattelli metallici dissimili. Il seguente è il modo più semplice, a cui s'attiene in oggi, lasciando ormai da parte il *Duplicatore*, del quale, come già si è detto, cominciò a servirsi due anni sono, ad oggetto appunto di rendere sensibile, a forza di moltiplicare, cotale elettricità metallica (*g*); ma che trovò in appresso non divenirgli necessario, che per alcuni casi, ed esser quindi preferibile d'ordinario il semplice suo Condensatore (*h*).

Prende dunque per tal Condensatore un disco o piattello metallico qualunque, di 2 in 3 pollici di diametro, guernito di un manico isolante, che s'impianta nel centro della sua faccia superiore, la quale non è necessaria che sia piana ed uguale, ma può essere più o meno convessa, ec.. Questo disco, che il VOLTA suol chiamare *Scudo*, lo posa coll'altra sua faccia perfettamente piana sopra una *base* anch'essa piana ed eguale, la quale sia o per se stessa semicoibente, o altrimenti coperta da un sottile strato coibente, sopra un tavolino e. g. coperto di buon incerato, sopra un piano di marmo ben asciutto, o meglio sopra un altro piattello metallico intonacato di buona vernice d'ambra, o incrostato leggermente di ceralacca. Servendosi di quest'ultimo per *base* del Condensatore, usa egli tutta l'attenzione di non eccitarvi con istropicciamento, o percosse alcuna sensibile elettricità, per cui abbia ad agire come Elettroforo, e rendere per tal cagione equivoci i risultati: così anche adoperando l'incerato, o il marmo; i quali però, siccome meno idioelettrici, sono men soggetti a un tal inconveniente; e son anzi disposti, massime il marmo, a divenire per l'umido troppo poco coibenti. Ma è facile rimediare a quest'altro inconveniente, e ridurre il marmo nel migliore stato (in cui talvolta si trova natu-

(*g*) Vegg. la sua 2.ª Lettera a GREN, Tom. XIV di questi *Annali*. [*N.°* XVIII (B) *di questo volume. — Nota della Comm.*].

(*h*) Vegg. la lett. 3.ª ivi.

Digitized by Google

ralmente, quando cioè stia esposto da lungo tempo ad un ambiente secco), è facile ridurvelo in qualsisia tempo col riscaldarlo discretamente al sole, o al fuoco: in tale stato, e finchè mantiene un sensibile tepore, ha giusto quella semi-coibenza, che favorisce nel miglior modo la condensazione, ossia accumulazione di elettricità, e la sua conservazione nel piattello o scudo, che gli stia applicato. Se ne assicura osservando, che una discreta elettricità, di 10, 15, 20 gradi dell'Elettrometro a paglie, infusa in tale piattello vi dura lungamente, e dà segni ancora abbastanza sensibili sollevandolo dal sottoposto piano di marmo molti minuti, e fino qualche ora dopo. Servendosi per base, in luogo del piano di marmo, di un piatto metallico incrostato di ceralacca, si mantiene l'elettricità nella sovrindicata forza (non conviene sperimentarne una maggiore, la quale s'imprimerebbe sulla faccia coibente medesima) si mantiene, dico, nel sovrapposto piattello nudo molte e molte ore, e talvolta più d'un giorno, come il VOLTA fa vedere. Ora per le sperienze, di cui si tratta, non fa bisogno di tanto: basta assicurarsi, che detto piattello collettore o scudo, mantenga un'elettricità di pochi gradi senza perdita notabile per lo spazio di qualche minuto, quanto cioè dovrà durare ciascuna sperienza.

Così disposto il piccolo apparecchio Condensatore, e assicuratosi dell'ottimo suo stato e disposizione, cioè che non vi sia punto di elettricità impressa, e che possa conservar a dovere quella, che verrà compartita al piattello superiore, o scudo, passa il VOLTA a comunicargliene effettivamente con versarvi quella che acquistano i piattelli metallici dissimili pel loro combaciamento: applica cioè al solito l'un piattello, che tiene per il suo manico isolante, all'altro piattello non isolato, ossia che comunica col suolo, e staccandolo indi bruscamente lo porta a toccare il Collettore, ossia scudo del Condensatore; torna quindi ad applicarlo al piattello compagno, a staccarlo, e a farlo toccare di nuovo allo scudo; e ripete così il giuoco 10, 20, 30 o più volte, secondo il bisogno. Alzando allora pel suo manico isolante cotale scudo, in cui si è raccolta l'elettricità, che ad ogni volta acquistò e gli compartì il piattello fatto giuocare; e portando esso scudo a toccare l'elettrometro; ecco comparire i segni di tale elettricità molto più forti di quelli che si sarebbero potuti ottenere senza codesto artificio del Condensatore; ecco aprirsi a molti gradi non solo le fogliette d'oro dell'Elettrometro di BENNET, ma ben anche i pendolini di quel di CAVALLO, o le paglie sostituitevi da VOLTA. L'ho veduto io con due piattelli di 2 pollici di diametro, uno d'argento l'altro di zinco ben tirati, e un buon condensatore, alternando i toccamenti nel modo sopra indicato 10, 15, 20 volte portare l'elettricità al segno di far divergere le pagliette 4, 6, 8 linee: ho veduto, arrivando un tal giuoco a 30 volte circa essersi raccolta tanta elettricità da portare i pendolini fino a battere contro le pareti della boccetta larga oltre due pollici. Che più? In 40 ovvero 60 volte cioè con altrettanti combaciamenti degli stessi piccioli piattelli tra loro, e toccamenti alternati-

Digitized by Google

vamente di quello che si stacca indi isolato (collo scudo del condensatore), giunge il VOLTA ad ottenere da questo una visibile scintilla.

Per poter comodamente, e con celerità comunicare allo scudo del condensatore l'elettricità acquistata dal piattello ad ogni suo combaciamento coll'altro piattello dissimile, giova che esso scudo porti annesso e sporgente di qualche pollice dal suo bordo un filo d'ottone, contro il quale vada a battere coll'orlo suo, o con altro simil filo detto piattello ogni volta che si stacca dal compagno. Per tal modo tenendo sotto e ben vicini al detto filo metallico sporgente codesti piattelli possono compiersi i 20, 30 ec. toccamenti alternativi in meno di altrettanti minuti secondi; e poco o nulla perdersi in sì breve tempo dell'elettricità, trasfusa in esso scudo o collettore, ancorchè la sua base, il piano di marmo cioè, o di qualsiasi altro semicoibente, non sii nel migliore stato, e lasci sfuggire l'elettricità a capo di alcuni minuti primi.

Vedete, amico, quanto grande è l'elettricità, che ottiene il nostro VOLTA dai semplici accozzamenti reiterati de'suoi piattelli metallici dissimili, e che otterrete pur voi, quando vi piaccia di ripetere codeste nuove sperienze non meno istruttive che sorprendenti, e vi portiate le necessarie attenzioni già accennate. Confessa l'istesso VOLTA, il quale portato dalle sue indagini a tali sperienze pur se ne prometteva qualche successo, che non si sarebbe aspettato sì grandi effetti; nè dapprincipio, quando cioè cominciò (son ora due anni) i suoi tentativi di questo genere ricorrendo al *Duplicatore* (*i*), gli riuscì di ottenere tanto. Ma egli allora non era ancora venuto sul pensiero di far seguire il combaciamento dei metalli con piane ed ampie superficie (*j*), nè di reiterare tai contatti nel modo sopradescritto, come ha fatto in appresso (*k*). Or dunque ha la compiacenza, mercè di questa nuova industria, di potere far senza del succennato elegante sì, ma complicato apparecchio di NICHOLSON, e servirsi invece del semplice suo *Condensatore*, e portare con questo a quel più alto segno che gli piace la non pria creduta, e neppure sospettata *elettricità metallica*, ch'egli il primo congetturò, e dedusse dalle sperienze del GALVANISMO, e sostenne poscia con ogni maniera di argomenti; finchè gli riuscì felicemente di mostrarla con prove sperimentali dirette fuori del GALVANISMO, quali sono le sopra descritte.

Queste sperienze provan dunque, che il zinco tira a sè con una forza ar-

---

(*i*) Vegg. la sua Lettera 2.ª a GREN come sopra.

(*j*) Come e quanto contribuisce l'ampio contatto, o più giustamente l'affacciarsi di larghe superficie, a far sì che maggiore quantità di fluido elettrico si accumuli in un metallo a spese dell'altro, i quali trovinsi isolati od ambedue, od uno solamente, lo ha spiegato diffusamente il VOLTA nella cit. Lettera 2.ª e nella 3.ª susseguente; riducendo la cosa agli stessi principj del *Condensatore*.

(*k*) Lettera 3.ª

Digitized by Google

cana il fluido elettrico dall'argento che combacia; onde sortono da tal contatto il primo elettrizzato *positivamente*, vale a dire *in più*, il secondo *negativamente*, ossia *in meno;* e ciò ad un grado, che non è poi estremamente debole, se per un solo contatto possono già manifestarsi cotali elettricità all'elettroscopio di BENNET, come si è veduto, e se mercè di contatti reiterati 10, 15, 20 volte può raccogliersi in un buon Condensatore tanto di elettricità da darne segni così cospicui agli elettrometri a paglie, ec.. Chiamo col VOLTA *arcana* una tal forza o virtù, per cui il fluido elettrico pria quieto e in equilibrio, sortendo in certo modo da questo equilibrio tende e passa da un metallo all'altro, ove questi semplicemente si combacino, la chiamo arcana, perchè qual ella sia, se attrazione, o ripulsione, od altra causa ignota, se un'attrazione che acceleri o ritardi, come avviene nella rifrazione della luce, il moto da cui trovasi continuamente animato il fluido elettrico anche quando equilibrandosi sembra quieto, giusta il sistema di PREVOST seguito anche da GREN riguardo al fuoco libero, e altri *fluidi radianti* (*l*), quale sia, dico, tal forza o potere che incita in tali circostanze il fluido elettrico, non ardisce il VOLTA medesimo di pronunciarlo, contento di avere scoperto e dimostrato il fatto.

Lasciando pertanto tali ricerche difficili, e seguendo a trattenervi delle sperienze del Professore di Pavia, passo a farvi osservare, che con altre combinazioni meno efficaci che argento e zinco, argento e stagno, accoppiando cioè metalli meno dissimili in ordine all'indicata virtù elettrica, non si ottiene egual forza di effetti, o non si ottiene che con un numero più grande di toccamenti. Basta però qualunque diversità in quelli anche la più piccola, anche solo accidentale, per poter giungere a render sensibile all'elettrometro a paglie, non che a quello a fogliette d'oro, l'elettricità che essi metalli acquistano in virtù del mutuo contatto, e a distinguerne la specie: solamente richiedesi un ottimo condensatore (che ritenga cioè molto tempo l'elettricità senza perdita notabile); e fa d'uopo ripetere tante più volte il giuoco di toccamenti alternati, quanto un metallo è meno dissimile dall'altro, quanto trovansi meno distanti nella più volte mentovata scala costrutta da VOLTA (*m*).

E riguardo alla specie di elettricità, basterà qui il dire, che nelle combinazioni di Zinco e Stagno, di Stagno e Ferro, di Ferro e Ottone, di Ottone e Argento, che trovansi nell'indicata scala distanti di varj gradi un dell'altro, il

---

(*l*) *Recherches Physico-méchaniques sur la Chaleur:* par PIERRE PREVOST, 1791. GREN, *Grundriss der Naturlehre*, 1797.

(*m*) Vegg. la sua 3.ª Lettera al VASSALLI: Nota (3). *Annali*, ec., Tom. XI. [*Vedi pag.* 304 *di questo volume al N.°* XIV (C). — *Nota della Comm.*]. In questa scala, ossia tavola, è scorso un errore riguardo al mercurio, il quale trovasi collocato vicino all'oro e all'argento, quando debb'essere vicino al piombo e allo stagno, come nella tavola che ha dato PFAFF (*über die sogenannte tierische Elettricitaet*, ec, 1793 e 1794), e come provano le nuove sperienze dei piattelli, oltre quelle del sapore, ecc..

Digitized by Google

primo tira a sè il fluido elettrico, e si elettrizza quindi *in più*, il secondo lo rilascia, e si elettrizza *in meno*, cioè il superiore *riceve* e l'*inferiore dà* (nè così poco, come crederebbesi): il che ha luogo in quantità proporzionatamente minore anche per gl'intermedii. Così dunque il ferro, che riceve dall'Argento, dà allo Stagno (*n*); e questo dà allo Zinco: molto più poi dà allo stesso Zinco il Ferro; e molto più ancora gli dà l'Argento; insomma tanto più passa di fluido elettrico dall'uno all'altro dei due metalli, che si combaciano, quanto più sono essi dissimili, ossia distanti nell'indicata scala, come si è detto [3].

E qui non posso a meno d'insistere nel farvi rimarcare il perfetto accordo di queste sperienze con quelle altre del Galvanismo, tanto per riguardo alla direzione del fluido elettrico, cioè al tendere e versarsi da tal metallo in tal altro, quanto per ciò che concerne i gradi di tale tendenza, che il VOLTA rappresentò in quella sua tavola o scala di conduttori, o a meglio dire eccitatori metallici, riportata singolarmente nella 3ª sua lettera al VASSALLI già più volte citata. Codesta tavola dunque ci presenta cotali eccitatori in una lunga serie, che comincia in alto dallo Zinco, il più efficace nel tirare a sè il fluido elettrico, il più disposto a *ricevere;* e termina al basso nel carbone, il più disposto e tendente a *dare* (*o*); e indica così, che i superiori traggono a sè detto fluido dagli inferiori, e tanto più ne traggono, quanto sono in essa scala più distanti; in guisa che le rispettive distanze marcano altrettanti gradi di tale tendenza. Egli avea già costrutta codesta scala, determinato cioè, che il fluido elettrico passa da tal metallo in tal altro, e ci passa con tanti o tanti gradi di forza; il primo dietro le sue sperienze sul sapore acido od alcalino, che scoperto avea eccitarsi sulla lingua, a norma che di due metalli, che si accoppiavano, questo o quello era rivolto contro il di lei apice, col confronto del sapore ch'egli sentiva lambendo colla lingua ora il conduttore di una macchina elettrica ordinaria elettrizzato *in più*, e che perciò *dà*, or quello elettrizzato *in meno*, e che *riceve* (*p*) il secondo (che riguarda cioè i gradi di tale forza o tendenza), dietro

---

(*n*) Il VOLTA truova, che un piattello di Ferro *dà* anche al Mercurio, e si elettrizza *in meno* presso a poco quanto collo stagno. Tal è la sperienza diretta e decisiva per la correzione indicata nella nota precedente.

(*o*) PFAFF pone dopo il carbone, e per ultimo di tutti la *miniera di manganese griggia radiata*, che VOLTA colloca qualche grado prima. Fuori di questo, poco o nulla differisce la scala di PFAFF da quella di VOLTA, che è altronde più estesa, come può vedersi.

(*p*) Ved. le Memorie di VOLTA, singolarmente la Lettera 2.ª a VASSALLI nel Tomo VI di questi *Annali*. [*N.°* XIV (B) *di questo volume. — Nota della Comm.*].

Anche da altre sperienze avea egli congetturata, anzi dedotta con sicurezza la stessa direzione del fluido elettrico nel contatto segnatamente dell'argento collo stagno, cioè che esso fluido veniva da quello a questo, e ritornava quindi al primo per la via dei conduttori umidi interposti. Cimentando la rana preparata compitamente con picciolissime scariche di

Digitized by Google

il potere, che manifestavangli essi metalli, più o men grande di eccitare le contrazioni muscolari, non che le anzidette sensazioni di sapore, a norma che venivano accoppiati questo o quello con questo o quell'altro. Or dunque le nuove sue sperienze coi piattelli, le sperienze dell'*elettricità metallica* (che può ben chiamarsi con questo nome) resa sensibile all'Elettrometro, come s'è veduto, offrono risultati affatto corrispondenti a detta scala, cioè a quanto avea già il VOLTA stabilito riguardo ad essa. Dopo tale conformità può esservi dubbio ancora, che codesta elettricità eccitata da motori ormai così bene conosciuti,

---

elettricità artificiale avea il VOLTA scoperto, che se la scarica facevasi in guisa, che la corrente elettrica andasse dai nervi ischiatici snudati ai muscoli delle gambe in cui s'impiantano, ossia dal tronco nervoso ai suoi rami, bastava pochissimo per eccitare le contrazioni più o men violente di essi muscoli, i più o men forti sbattimenti; bastava e. g. la carica di una boccetta piccolissima di LEYDEN, che arrivasse appena ad 1 grado dell'elettroscopio sensibilissimo di BENNET: se all'incontro si dirigeva dai muscoli, o rami nervosi al tronco, vi voleva più del doppio, del triplo, e talvolta anche del quadruplo di carica, per produrre le stesse convulsioni. Or dunque, trovato, e verificato con replicate prove, che la corrente elettrica riusciva assai più efficace dirigendosi dai nervi ischiatici ai muscoli delle gambe in cui quelli s'impiantano e ramificano, che nella direzione opposta; restava a vedere, venendo alla sperienza del GALVANISMO, cioè dei semplici contatti metallici, se più efficace riuscisse l'applicazione dello stagno dalla parte dei nervi, e dell'argento dalla parte dei muscoli suddetti, o all'opposto, per conoscere in quale dei due casi, la corrente elettrica facevasi nell'indicata direzione favorevole, in quale nella contraria; e l'esperienza decise, che la direzione favorevole si aveva nel primo caso. Trovò dunque il VOLTA, che le convulsioni nella rana preparata compitamente erano immancabilmente più forti, se lo stagno stava dalla parte superiore nei nervi ischiatici, e l'argento, l'ottone, il ferro contrapposti dall'inferiore, ossia dalla parte de' muscoli, di quello fossero invertendo la posizione di tai metalli; e che quando l'animaletto si trovava già molto indebolito, solamente in quella prima maniera poteano eccitarvisi i moti spasmodici, e in niun modo in questa seconda; o seppure si eccitavano anche in questa, ciò accadeva, anzichè nel compiere il circolo coll'addurre a mutuo contatto i metalli, nell'atto di separarli: il qual curioso e sorprendente fenomeno si spiega dal nostro VOLTA in modo, che conferma benissimo ciò che avea già stabilito riguardo alla direzione della corrente elettrica nell'accozzamento dei dati metalli. Riflette egli dunque, che rompendosi il circolo conduttore vien posto improvviso ostacolo alla corrente elettrica attualmente esistente, per cui è costretta urtando di repente contro quello a dar addietro, e rovesciarsi, come onda ripercossa; sicchè ove prima (nel caso di cui si tratta) faceasi la corrente in direzione non favorevole, cioè dai muscoli, o rami nervosi al tronco, succede in tal momento d'intoppo ed urto un qualche riflusso da questo a quelli, cioè nel senso favorevole, atto quindi a produrre le convulsioni.

Per riuscire a questo di scuotere la rana preparata a dovere (circostanza necessaria) con rompere, ossia aprire il circolo conduttore, anzichè col compirlo, conviene ch'ella sia debilitata fino a un certo segno, nè troppo cioè, nè troppo poco: giacchè se è troppo vivace ed eccitabile, non mancherà mai di convellersi all'atto che si compie il circolo, qualunque sia la posizione dell'argento e dello stagno rispetto ai suoi nervi e ai suoi muscoli, sol che siano compresi in esso circolo: se poi è ridotta a un grado troppo debole di eccitabilità, non potria risentirsi a quell'urto, ossia riflusso momentaneo, nè già molto grande, di fluido elettrico,

Digitized by Google

non sia la stessa che produce eziandio i fenomeni del GALVANISMO provocati con armature, od archi metallici? E v'è bisogno di ricorrere per tali fenomeni ad altro ignoto principio, alla supposizione gratuita di un'elettricità animale, mossa cioè internamente per propria virtù degli organi? Non basta forse l'anzidetta elettricità artificiale, ed estrinseca, mossa cioè dall'accozzamento di que' metalli? Ma troppo già si è detto riguardo a tali contatti metallici, o conduttori di 1.ª classe fra loro.

Venendo al combaciamento dei medesimi co' conduttori umidi, o di 2.ª classe, è giunto pure il VOLTA a mostrare con esperienze dirette, che quelli *danno* del fluido elettrico a questi, e ad ottenere i rispettivi segni di elettricità *negativa* nei primi, *positiva* nei secondi. Ma essendo tali segni troppo deboli per manife-

---

che si concepisce dover succedere all'atto che compiesi esso circolo. Ma quando è giunta al giusto segno di eccitabilità, è pur bello il vedere, posatala ora coi nervi ischiatici, o colla spina dorsale da cui partono, sopra una lamina di stagno; e colle gambe sopra una di argento, ora all'opposto, veder, dico, come stando in quella prima posizione si convelle essa rana fortemente al momento, e tutte le volte, che quelle due lamine su cui riposa si fanno comunicare o immediatamente tra loro, o mediante un arco metallico qualunque; e niente poi, o quasi niente quando si separano: e come al contrario in quest'altra posizione, cioè stando sopra lo stagno colle gambe, e sopra l'argento col tronco, o spina dorsale, non si commove punto all'atto che s'induce tal comunicazione fra le lamine; bensì all'atto, e qualunque volta si toglie. Codeste sperienze riescono più belle ancora, e più mirabili, fatte nell'istesso tempo sopra due di tai rane preparate, e deboli al giusto punto, adagiate una nell'uno, l'altra nell'altro degl'indicati modi, sopra le stesse due lamine: curiosissimo è allora il vedere scuotersi l'una, cioè quella, che sta rivolta coi nervi verso lo stagno, e colle gambe verso l'argento, scuotersi all'istante, e ogni volta che viene a compiersi il circolo, e restarsene quieta l'altra posta al rovescio; e viceversa scuotersi questa, e restar immobile quella, all'atto, e tutte le volte che il circolo s'interrompe.

La soprarecata spiegazione di questo eccitamento delle convulsioni nelle indicate circostanze per la rottura del circolo conduttore, che è quanto dire per l'interposizione istantanea di un ostacolo insuperabile al passaggio del fluido elettrico, onde si vuole che cagionisi un ripercotimento o momentaneo riflusso del medesimo; suppone l'attuale esistenza di una corrente elettrica; suppone che tal corrente mantengasi continua e perenne per tutto il tempo, che sussiste intiero il circolo conduttore medesimo; giacchè se così non fosse, se prima della separazione dei metalli, o rottura qualunque di detto circolo, o al momento di essa si trovasse il fluido elettrico ridotto alla quiete, non potrebbe all'atto di tal separazione, che altro infine non fa che intromettere un ostacolo, ossia un coibente, qual è l'aria, non potrebbe esso fluido soffrire ripercotimento, e dare indietro. Quando dunque si compie il circolo, in cui sono a contatto metalli diversi, non è già una scarica momentanea di fluido elettrico, che succede, come potrebbe immaginarsi, ma una continuata circolazione, promossa e mantenuta dalla virtù sempre sussistente, sempre attiva di essi metalli. Così la intende il VOLTA, conforme si è espresso in più luoghi delle sue Memorie; e così dimostrano, oltre le curiose sperienze or ora spiegate, quelle altre non meno curiose e istruttive del sapore eccitato sulla lingua, del bruciore nelle palpebre, ec., conciosiachè e quel sapore, e questo bruciore (per eccitar i quali anche colla Macchina elettrica ordinaria, segnatamente il sapore, vi vuole anzichè una scarica

Digitized by Google

starsi a dirittura all'elettrometro, tantochè appena appena possono comparire in uno de' più delicati elettroscopj a fogliette d'oro, ha dovuto aver ricorso al suo *Condensatore;* il quale se non è assolutamente necessario per le sperienze dei piattelli metallici, che si adducono a mutuo contatto, i quali ove siano abbastanza diversi, e si combacino a dovere, sortono da tal contatto con tanta elettricità da movere a dirittura i pendolini di tal elettroscopio, e farli divergere 1, 2 linee, ed anche più, come abbiam veduto; se, dico, non è sempre necessario il Condensatore per le sperienze di due piattelli molto diversi, ambi però metallici; lo è per queste altre prove di un metallo solo, qualunque sia, che si fa combaciare, e sì anche nel miglior modo, ad un conduttore umido, o di 2.ª classe. La maniera del resto, con cui eseguisce il VOLTA queste sperienze (le quali ha mostrate a tanti e nazionali, e forastieri, ed io pure ho vedute con gran soddi-

---

repentina, una blanda corrente di fluido elettrico continuata) vadano mano mano crescendo col continuare i contatti dei metalli dissimili; tantochè durando assai lungo tempo, senza interruzione alcuna del circolo, divengono fin troppo forti, e quasi insopportabili. Così è, il sapore è debolissimo ne' primi istanti, e cresce successivamente in modo da rendersi, se i metalli combaciantisi, che fanno parte del circolo, sono molto diversi (come Argento e Stagno, o Piombo, o meglio Argento e Zinco), assai vivo; il bruciore poi nell'occhio non si sente neppure al principio, e appena spunta, non interrompendosi mai il circolo, dopo molti minuti secondi, e cresce poi fino a divenire assai molesto a capo di un minuto primo, ec.. Non può dunque dubitarsi, che la circolazione del fluido elettrico non continui finchè sussiste intiero il circolo, in cui trovansi accoppiati i conduttori metallici diversi, che in tali circostanze sono veri, e *perpetui motori.*

Ma perchè dunque, si dirà, non crescono, e raddoppiano, continuando il detto circolo, e la corrente elettrica per esso, perchè non s'invigoriscono vieppiù, o almeno non continuano, anche i moti muscolari, le contrazioni spasmodiche nella rana, ec.? Perchè succedono queste soltanto al momento, che si compie tal circolo, e cessano tantosto? Perchè convien egli interrompere esso circolo, ossia aprirlo, e chiuderlo di bel nuovo, per farlo ricomparire? Perchè solo reiterando celeremente tali alternative si ottengono convulsioni, e spasmi continuati, ossia un tetano? E perchè finalmente anche la sensazione della luce applicando i metalli all'occhio, ec., come ha insegnato il VOLTA, è soltanto momentanea, cioè quella di un lampo passeggiero, malgrado che si mantenga non interrotto il circolo; e convien anzi interromperlo e chiuderlo molte volte in fretta, per aver la sensazione di un lampeggiare continuo? A siffatte questioni non si può dare altra risposta, se non che tale è la disposizione dei nervi destinati al senso della vista, e di quelli pure inservienti al moto de' muscoli volontarj, tali sono le leggi dell'economia animale, che questi nervi, a differenza di quelli del gusto e del tatto, sono eccitati tosto alla prima applicazione di uno stimolo, epperò al primo impulso del fluido elettrico messo in corrente; e non lo sono più continuando lo stesso stimolo invariato, a cui si accomodano in certo modo, cosichè più non si risentono continuando la corrente elettrica coll'istesso tenore.

Potrebbe molto dirsi intorno a tali disposizioni, ed eccitabilità diverse dei nervi inservienti ai moti, e di quelli inservienti a ciascuno dei sensi, e intorno a tali leggi della Fisica animale, rilevandone la saggia economia, e molte conseguenze relative alle cause finali, ma non è qui il luogo; e convien terminare questa nota già soverchiamente lunga.

Digitized by Google

sfazione, e sono in parte già pubblicate (*q*)), è la stessa che la sopradescritta, cioè con acconci piattelli. Applica dunque il piattello metallico isolato ad uno di legno, o di cartone, ad un mattone, o pietra porosa, ad una pelle, o ad altri corpi, che gli piace di scegliere, i quali sieno piani a dovere, e convenientemente umettati, o imbevuti d'acqua o d'altro liquore, non però di soverchio, sicchè abbiano a bagnare il piattello metallico medesimo: staccato quindi cotesto piattello lo fa toccare allo scudo del Condensatore, lo applica di nuovo al piano discretamente umido, di nuovo lo stacca, e lo porta a toccare, come prima, il Condensatore; e siegue così a ripetere un tal giuoco 30, 40 o più volte: con che, se esso Condensatore è in buono stato, se isola a dovere (ottimo riesce per tali sperienze un picciolo Condensatore, che abbia per base od un piano di marmo ben asciugato al sole o al fuoco, od un di metallo coperto da una sottil crosta di ceralacca), si raccoglie nel suo scudo tanta elettricità, da dar quindi, alzandolo, segni molto sensibili, non che ad un elettroscopio a fogliette d'oro, ad uno quattro volte men sensibile a paglie, facendole divergere 2, 3, 4 linee, ed anche più.

Questa elettricità, che acquista il piattello metallico combaciando il corpo umido, mostrasi costantemente senza eccezione *negativa;* e corrispondentemente compare sempre *positiva* quella che inducesi nel corpo umido baciato, qualunque ei sia, e qualunque l'umore ond'è intriso, come si prova invertendo l'esperienza, cioè portando codesto corpo, allorchè viene staccato dal piattello metallico, a toccare lo scudo del Condensatore, ec..

Non è però di egual forza cotesta elettricità, che s'induce pel combaciamento de' metalli, o conduttori di 1.ª classe con corpi umidi, o conduttori di 2.ª, variando quelli, e variando questi. Trova il VOLTA, che generalmente i metalli *danno* meno ai liquori salini, ossia legni, carta, pelli impregnatine, che ai medesimi corpi imbevuti d'acqua pura; che questa insomma è più disposta che gli altri umori a *ricevere*. Solamente lo stagno gli si è mostrato più disposto a dare agli alcali, e all'acqua o latte di calce, che all'acqua pura: il che spiega la bella e curiosa esperienza riferita da esso VOLTA sul principio della sua 1.ª lettera a GREN (*r*), del sapor acido, cioè che si prova al momento che intingesi la punta della lingua in un liquor alcalino non molto forte, o nel latte di calce contenuto in un vaso di stagno impugnato dalle mani che siano bagnate d'acqua. Una cosa ancora molto notabile è, che il zinco, il quale cimentato cogl'altri metalli *riceve* da tutti, e si elettrizza quindi *in più;* e così pure cimentato con altri corpi mezzo tra conduttori e coibenti affetta assai più degli altri metalli l'elettricità *positiva;* coi conduttori umidi al contrario non solo si elettrizza

(*q*) Nella 2.ª e 3.ª sua Lettera a GREN inserite in questi *Annali*, Tom. XIV. [*N.i* XVIII (B) e XVIII (C) *di questo volume.* — *Nota della Comm.*].

(*r*) *Annali*, ec., Tom. XIII. [*N.°* XVIII (A) *di questo volume.* — *Nota della Comm.*].

Digitized by Google

negativamente al par di ciascun altro metallo, ma contrae tal elettricità di *difetto* meglio di tutti, ossia ad un grado molto più alto.

E qui non posso a meno di far osservare, che questa tendenza dello zinco a *dare* ai conduttori umidi, assai maggiore di quella che vi hanno gli altri metalli, concorre colla tendenza che hanno questi di *dare* a lui, come s'è veduto, a fare, che la corrente elettrica pel circolo conduttore, in cui entrano il zinco ed un altro metallo a immediato contatto fra loro, ed a contatto ciascuno di conduttori umidi, concorrono, dico, tali tendenze, cospirando così nella medesima direzione, a fare che l'indicata corrente sia più forte, più copiosa, o più celere. Ecco perchè le sperienze del GALVANISMO riescono superiormente bene quando uno dei metalli impiegati è il zinco, ancorchè l'altro sia piombo o stagno; i quali, come risulta dalle sperienze coi piattelli, *danno* sì ad esso zinco, ma non molto, anzi poco assai: basta però riflettere, che la corrente vien promossa da ciò, che il zinco tende esso medesimo a cacciar avanti il fluido elettrico nel corpo umido cui sta applicato, più assai che il piombo o lo stagno non tendano a cacciarlo in senso opposto, cioè nell'altro conduttore umido, che combacian essi.

Ritornando alle sperienze dei piattelli ho avvertito già, che il legno od altro corpo, che ha a combaciare il metallo, vuol essere umido anzi che no, ma non a segno di bagnare la faccia di esso metallo, e ne anche di appannarla sensibilmente. Or dirò, che la ragione addotta dall'istesso VOLTA è, che se questo succede, se il piattello metallico cioè, nello staccarsi dal piattello di legno od altro soverchiamente umido, si porta via attaccato uno strato di umore, fosse anche un sottilissimo velo, che formasse appena un leggier appannamento, la separazione facendosi allora tra umore ed umore, tra acqua ed acqua, anzichè tra metallo e acqua, e il fluido elettrico, che ha dovuto perdere il metallo, nel combaciamento con essa acqua, od umore qualsiasi, trovandosi raccolto in quello strato dell'umore medesimo, che gli è rimasto aderente, non può comparire alcuna mancanza, alcuna elettricità di difetto in esso piattello. Avviene insomma come se si applicasse un piattello d'argento ad un piano qualunque ricoperto da alcuni fogli di stagno, e venendo indi quello levato in alto si portasse via attaccato uno di cotesti fogli: in tal caso la separazione succedendo tra stagno e stagno, il piattello d'argento non darebbe que' segni di elettricità che suol dare quando si stacca di netto dallo stagno combaciato. Così dunque anche quando si fa combaciare qualsivoglia piattello metallico con uno di legno, od altro umido, non dee esserlo troppo, per ottenerne i segni elettrici, ma tanto solamente, che quello si stacchi di netto da questo, senza contrarre cioè alcun intonaco umido, senza venirne appannato.

Il VOLTA bagna i suoi piattelli di legno, sia nudi, sia coperti di carta, di pelle, od altro, li bagna e intride d'acqua, o di quel liquore che intende provare, e li va quindi asciugando con carta grigia, finchè non lascia più segno visibile

Digitized by Google

d'umido sulla medesima: allora sono atti alle prove; come pure lo sono, anzi meglio, lasciandoli asciugare da sè, ma non seccare troppo; tenendoli qualche tempo in un ambiente discretamente umido, cioè tra gli 80 e 85 gradi dell'igrometro di SAUSSURE a capello: l'umido di 90 gradi trova egli, che comincia già a pregiudicare. Così pure se si asciughino troppo, esposti e. g. ad un ambiente al disotto di 75 o di 70 gradi dell'istesso igrometro, riescono men atti alle prove di cui si tratta; giacchè divenendo alquanto coibenti e idioelettrici non determinano più nè in tutti i piattelli metallici l'elettricità *negativa*, nè in ciascuno il rispettivo grado di essa: in somma si alterano le cose in guisa, che le sperienze riescono equivoche, comparendo in alcuni metalli, singolarmente nel Zinco, l'elettricità *positiva* invece della *negativa*, ec.. Pei liquori alcalini però, ed altri sali deliquescenti, cioè a dire per i piattelli di legno, ec. imbevutine, conviene un tal ambiente secco, che non è buono pei corpi imbevuti di semplice e poca acqua. Pel latte di calce fa benissimo l'istessa temperatura umida che conviene a questi, cioè di 80, in 85 gradi; è allora che si osserva come lo stagno *dà* molto dippiù ad esso latte di calce, che al semplice umor acqueo, conforme si è detto.

Finalmente è riuscito al nostro VOLTA di ottenere coll'istesso artificio e manipolazione segni elettrici sensibili all'elettrometro anche dal mutuo contatto di due piattelli, nè l'uno nè l'altro metallico, con piattelli di cartone, di legno, ec. imbevuti sufficientemente, ma non troppo (per la ragione già indicata) di umori diversi, e. g. uno d'acqua, l'altro di una soluzione di nitro, di latte di calce, di una forte lisciva, ec., e questi segni sono stati costantemente di elettricità *positiva* nel piattello inzuppato d'acqua, e *negativa* in quello impregnato del liquor salino. A stento però ha potuto ottenere tali segni, e sempre molto più deboli di quelli, che ottiene da due piattelli, uno di legno o nudo, o coperto di pelle o di carta, ed imbevuto d'acqua, o di qualsisia liquore, e l'altro di metallo qualunque, non che da due piattelli ambi metallici ma diversi, e diversi molto. A stento, dico, riesce al VOLTA di ottenere segni sensibili all'elettrometro col combaciamento di due piattelli, nessuno dei quali sia metallico, e trovinsi soltanto diversi pel diverso umore, di cui sieno al giusto segno imbevuti; giacchè gli è d'uopo di ripetere il giuoco dei toccamenti alternati un contro l'altro, e collo scudo del Condensatore ben 100 e più volte, perchè questo alzato indi dalla sua base, possa far divergere 1 ovvero 2 linee le pagliette dell'elettrometro; quando bastano ad ottenere altrettanto, ed anche dippiù, 20 o 30 toccamenti di due piattelli, uno umido, l'altro metallico (massime se questo è di Zinco), e ne bastano 4 ovvero 6 di due ambi metallici, e diversi molto, come argento e stagno.

Ed ecco (per far ora l'applicazione alle sperienze del GALVANISMO) perchè riuscendo cotanto facile di evitare le sensazioni di sapore, ecc., e le contrazioni muscolari mediante il far entrare nel circolo due metalli assai diversi, che si

Digitized by Google

combacino, talchè avviene si scuotano per tal mezzo le membra della rana, anche non finita di preparare, anche nè sventrata, nè scorticata; riesce poi nè difficile, nè troppo facile il commoverla, ove intervenga in esso circolo un solo metallo o conduttore di prima classe frapposto ai due conduttori umidi, ossia di 2.ª classe abbastanza diversi fra loro; e difficilissimo ove formisi il circolo di soli conduttori umidi anche i più dissimili; talchè non si ottengono in quest'ultimo caso le forti convulsioni, anzi mancano affatto, se la rana non è preparata di tutto punto, e se anche non è eccitabile nel massimo grado. Insomma per giungere a scuotere i membri della rana colla debolissima elettricità mossa da soli conduttori umidi o di 2. classe, comunque diversi, debbon essere tali membri preparati e disposti in modo, che si risentano anche alle prove dell'elettricità artificiale delle comuni macchine, per una scarica 5 ovvero 6 volte minore di quella, che appena commove una rana trucidata e sventrata soltanto, e 20 in 30 volte minore di quella, che a stento può scuotere una rana intiera, cioè non anco sviscerata.

Trattenendoci per poco intorno a queste prove dell'elettricità artificiale comune, ad oggetto di farne il confronto coll'elettricità eccitata nella nuova maniera, col semplice mezzo cioè dei contatti eterogenei, osserveremo, che basta per lo più, come ha fatto vedere il VOLTA, a scuotere una rana preparata compitamente, sicchè le gambe tengano alla spina dorsale per i soli nervi ischiatici, basta la scarica di una boccia mezzana di Leyden così poco elettrizzata, che non arriva a $^1/_{10}$ di grado dell'elettrometro a paglie sottili, che non move punto neppure le fogliette d'oro del sensibilissimo elettroscopio di BENNET; ed anche talvolta basta una carica minore di $^1/_{20}$, o di $^1/_{30}$ di grado, quando cioè la rana, ossia i suoi muscoli e nervi preparati nel miglior modo e di fresco, godono anche di una insigne e quasi prodigiosa eccitabilità: le quali cariche debolissime, non possono rendersi sensibili ad essi elettrometri, se non per mezzo del Condensatore. Or dunque qual maraviglia, che cotesto *elettroscopio animale*, il quale si mostra tanto più sensibile d'ogni più delicato elettrometro a paglie o a fogliette d'oro, scuotendosi per sì poca e impercettibile elettricità della boccia di Leyden, si risenta e commova anche per quella esilissima eccitata nell'altra nuova maniera, per quel debolissimo moto cioè, in cui vien posto il fluido elettrico mercè il semplice combaciamento di soli conduttori di 2.ª classe diversi fra loro, i quali sono pure anch'essi veri *eccitatori* in qualche grado, come provano direttamente le sopra addotte sperienze?

E di vero egli è solamente in queste circostanze di trovarsi la rana preparata di tutto punto, e in sommo grado eccitabile, che riesce di potervi destare le convulsioni o con pezzi di metallo poco eterogenei, e simili anche apparentemente, o con un pezzo di un metallo solo non perfettamente eguale nelle sue estremità, sporco cioè, o come che sia alterato in una di esse avvegnachè sì poco, che l'occhio non può discernere cotal differenza, od anche senza alcun

Digitized by Google

metallo, formandosi cioè il circolo con soli conduttori umidi più o meno dissimili tra loro, e fino colle stesse parti animali, ripiegando e. g. l'una o l'altra sua gamba e facendola toccare convenientemente ai nervi ischiatici nudi, o a qualche parte del tronco: nelle quali sperienze consistono finalmente tutte le obbiezioni, che sono state mosse da GALVANI, e da altri contro l'opinione così bene fondata del nostro VOLTA: egli è, dico, in queste circostanze favorevolissime di compita preparazione, e somma eccitabilità de' membri della rana, che riescono le obbiettate sperienze; giacchè altrimenti, se la rana trovisi dotata di minore eccitabilità, stanca, debilitata, se sia sventrata soltanto e non finita di preparare, se non sia neppure sventrata, vi vorrà a proporzione per iscuoterla, per eccitarvi le convulsioni, siccome una carica 6, 8, 10 e fino 20 volte più forte della boccia di Leyden, o di un conduttore della macchina elettrica ordinaria, così pure in queste altre sperienze dei semplici combaciamenti, un eccitamento altrettanto più gagliardo al fluido elettrico; il quale venga cioè cagionato o per l'interposizione di qualche altro conduttore umido più diverso come di un forte liquor salino (il che ancora non basterà per una rana sol mezzo preparata, e molto meno per una trucidata soltanto e scorticata), o per l'intervento di un metallo frapposto a tali conduttori umidi molto diversi, o finalmente per il contatto di due metalli pure diversi, e sempre più diversi a misura che la rana trovisi o più illanguidita, o meno preparata; tantochè sperimentandosi sopra una decapitata soltanto e scorticata, lasciato del resto il corpo intiero, non si arriva a scuoterne le membra, se non coll'introdurre nel circolo e portare a mutuo contatto due metalli de' più dissimili, distanti cioè molti gradi nella scala già più volte indicata (e. g. Argento e Stagno, Ottone e Piombo, Ferro e Zinco, o meglio Argento e Zinco) (*s*), come non vi si arriva neppure coll'elettricità ordinaria della macchina delle boccie, se questa non è 20 volte circa più forte di quella debolissima che scuote la rana tagliata e preparata che sia compitamente e di fresco.

Ed ecco come gli effetti corrispondono puntualmente alla causa, che dal VOLTA si assegna, qual'è il potere che hanno i conduttori, detti perciò da lui *eccitatori*, o *motori*, di turbare l'equilibrio del fluido elettrico, spingendolo dal-

(*s*) Si giunge anche con un metallo solo a scuotere una tal rana non isventrata, od un'intiera gamba recisa senz'altra preparazione, se uno de' due conduttori umidi, a cui s'interpone quel metallo, è molto diverso dall'altro, ossia differisce grandemente riguardo all'azione elettrica su di esso metallo. Per tal modo ci ha fatto vedere il VOLTA a scuotere la rana decapitata e scorticata soltanto, con un semplice arco o tutto d'Argento, o tutto di Ferro, o tutto di Stagno, sporcando un'estremità del primo anche sol leggermente con solfuro di potassa, del secondo con ossinitroso, del terzo con un forte liquor alcalino, e intingendo poi ambi i capi dell'arco nell'acqua di due bicchieri su cui stava adagiata essa rana pescando col tronco nell'uno, colle gambe nell'altro nel modo ordinario.

Digitized by Google

l'uno nell'altro, ove si applichino a mutuo contatto due di essi, i quali sieno diversi, o sostanzialmente, o per qualunque accidentale e superficial differenza: potere ch'è assai picciolo nel combaciamento di due conduttori ambi umidi, o di 2.ª classe, per quanto compajano e trovinsi effettivamente diversi, e minimo poi se sieno anche poco diversi; mediocre ed anche grande nel combaciamento di uno di 1.ª classe, di un metallo qualunque, con uno qualunque di 2.ª classe, però più o men valido rispettivamente ai varj metalli, e ai varj conduttori umidi; grandissimo finalmente nel mutuo contatto di due ambi di 1.ª classe, e assai diversi, come Argento e Stagno, Argento e Piombo, e meglio Argento e Zinco. La quale corrispondenza esatta degli effetti a tal causa assegnata dal VOLTA, molto più che alla causa supposta da GALVANI, come ognun vede, dovrebbe già indurre chicchessia a dare a quella una grande preferenza sopra questa, quand'anche non fosse tale virtù de'conduttori, che li costituisce al dippiù *motori* di elettricità, dimostrata con altre prove sperimentali semplici e dirette. Or dunque che lo è, or che la cosa è non solo provata, ma posta sott'occhio dalle sopra descritte sperienze de' piattelli metallici, ed anche non metallici, i quali si elettrizzano sensibilmente, e danno chiari segni all'elettrometro, pel solo mutuo loro combaciamento, che dite, mio caro ALDINI, e che dirà l'istesso GALVANI? Io per me dico, e conchiudo colla maggior parte dei Fisici, a cui tali ultime sperienze son venute a cognizione, e che anche prima per quelle sole del GALVANISMO moltiplicate e variate in tante maniere dal VOLTA avevano adottato il suo sentimento, conchiudo, e dico: che il VOLTA dimostra la sua elettricità artificiale ed estrinseca, eccitata cioè dal mutuo contatto de' conduttori qualli essi sieno, purchè dissimili, singolarmente poi metallici; la prova con dirette semplicissime sperienze, e la fa in certo modo toccar con mano; ne scopre la specie, dove, cioè *positiva* ossia *in più*, e dove *negativa* ossia *in meno;* e la misura coll'elettrometro. GALVANI all'incontro nè ha dimostrata in alcun modo la supposta elettricità animale nelle sue sperienze (altronde bellissime, e sorprendenti), quell'elettricità, cioè ch'egli pretende mossa internamente da qualsiasi forza vitale o funzione organica; nè molto meno ha potuto renderla sensibile all'elettrometro; nè credo il potrà mai. E con quali argomenti dunque, e prove vuol egli sostenerla? E come potrà trovar ancora de' partigiani, se per tutte quelle sperienze, e per tutti i nuovi tentativi, che sono stati fatti fino ad oggi intorno al GALVANISMO, per tutti i nuovi fenomeni, è sufficiente il principio scoperto e dimostrato ormai coll'ultima evidenza dal VOLTA, cioè quel potere, quell'azione movente il fluido elettrico, che si dispiega in ogni contatto di conduttori dissimili?

Digitized by Google

NOTE DELLA COMMISSIONE

ED AGGIUNTE TRATTE DAI MANOSCRITTI DI A. VOLTA

[1] *In* L 18 *si legge invece:*

.... riesce, dico, così di far divergere le fogliette dell'Elettroscopio portante il piattello d'argento a lin. $2\,^1/_2$ ed anche 3 buone linee. [*Nota della Comm.*].

[2] *In* L 18 *si legge:*

.... talchè arriva il Volta a far divergere i pendolini dell'Elettroscopio a 3 e fino a 4 linee.

In ambedue i punti apparirebbe più corretta la lezione manoscritta. [*Nota della Comm.*].

[3] *In L.* 18 *si legge la seguente nota:*

Vi sono però delle piccole eccezioni che il VOLTA non dissimula. Truova egli che lo Stagno dà assai meno allo Zinco che non riceva dal Rame, quantunque sia collocato nella Scala o serie dei metalli tra esso Zinco e l'Ottone presso a poco a egual distanza ed effettivamente il Rame dia allo Zinco il doppio, ed anche più di quello dà allo Stagno. Il Piombo poi non solamente non dà allo Zinco, come dovrebbe secondo il posto che occupa nella Scala, di parecchi gradi cioè inferiore ad esso Zinco; ma riceve qualche poco dal medesimo; onde parrebbe a questo superiore: ma d'altra parte assai più del Piombo riceve lo Zinco dall'Argento, dall'Ottone, e da tutti gli altri metalli; epperò va ritenuto nel suo primo posto già assegnatogli. Cosa conchiudere infine dal complesso di tutte queste sperienze, e dalle accennate poche anomalie? Che se è vero in generale, che un primo metallo avendo virtù di dare del suo fluido elettrico ad un secondo e il secondo di darne ad un terzo, tanto più il primo ne darà a questo terzo, e così per altri metalli in serie; se ciò, dico, si verifica in generale e può stabilirsi per regola, non è però senza eccezione: giacchè in alcuni casi peculiari nel confronto cioè di certi metalli, la virtù di dare o di ricevere non è quale dovrebbe risultare da tale regola, ma maggiore o minore, od anche in senso contrario come si è veduto. Intorno a che vuolsi osservare che tali anomalie han luogo singolarmente, e forse unicamente per lo Stagno e il Piombo, che sono i metalli più alterabili nella loro superficie, e alteranti la superficie degli altri cui sporcano e anneriscono, non è pertanto da stupirsi che varj cotanto l'effetto che dee produrre il loro combaciamento dipendendo quello intieramente dalla superficie: (che più dello Stagno vari il Piombo che più facilmente annerisce) [3']. [*Nota della Comm.*].

[3'] *La riga tra parentesi è nel Mns. quasi illegibile.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

XXI.

MINUTA DI LETTERA

AL

PROF. BRUGNATELLI.

Como, 19 *Ottobre* 1798.

FONTI.

STAMPATE.	MANOSCRITTE.
	Cart. Volt.: **E 43**; E 40.

OSSERVAZIONI.

TITOLO:
DATA: del V.

E 43 minuta senza chiusa nè firma, in cui il V. annuncia al Brugnatelli di avere in pronto una dissertazione sul potere degli animali a muovere il fluido elettrico nel cervello. Di tale dissertazione mancano notizie.

In Cart. Volt. E 40 è un principio di lettera autografa del V. al Brugnatelli in data Como 4 agosto 1797, in cui accenna alle critiche mossegli dall'Humboldt e alla differente teoria di questi intorno all'Elettricità animale sulla quale lo stesso aveva scritto un grosso volume citato anche nella 2ª lettera all'Aldini (N. XX (*B*)).

Per ordine di tempo e di argomento qui troverebbe posto la lettera al professore FRANK di Vienna, assegnabile al 1798 (Cart. Volt. E 42) (1), e la lettera ad un Cittadino ed amico (probabilmente il Landriani) in data 19 marzo 1799 (Cart. Volt. H 46) parzialmente riportata in: *Volta a Parigi* pg. 188, che si pubblicano nell' Epistolario.

---

(1) Questa lettera è notevole per la storia della teoria voltiana perchè vi si tratta ampiamente degli studi del V. sull'elettromozione dopo il 1795.

Digitized by Google

Digitized by Google

Como, 19 *Ottobre* 1798.

C. A. [1]

Mi ha fatto piacere la vostra lettera colle notizie, che mi date, e i saluti di VAN-MONS, a cui vi prego di rinnovare i miei. Avrei per il prossimo volume de' vostri Annali di Chimica una dissertazioncella intorno ad alcune mie congetture sul potere, che tiene la volontà negli animali di movere il fluido elettrico nel cervello, ossia all'origine de' nervi, che vanno ai muscoli volontarj, e spingerlo per qualche tratto di essi nervi, e con tale stimolo eccitare l'*energia nervosa*, cioè quella virtù ignota, per cui si opera poi la contrazione di detti muscoli volontarj. Una tale opinione che potrà forse piacere ai Galvaniani, e servire di conciliazione, sostenendosi così una vera e propria elettricità animale, sebbene molto diversa da quella ch'essi supposero, son già parecchi anni che l'ho comunicata per lettere a più d'un mio corrispondente. Ora penso di spiegarla un poco più per esteso; e fra 15 giorni potrò terminare lo scritto e mandarvelo.

Il fluido elettrico farebbe così in un modo più determinato e intelligibile quella funzione, che si attribuiva ai supposti spiriti animali, senza neppur essere obbligato a sortire dal cervello, o a discendere fino ai muscoli, nè già farebbe bisogno d'immaginare organi proprj per elaborare, raccogliere, od accumulare un tal fluido, trovandosene copia in esso cervello e nervi, come in ogni altro corpo conduttore, ecc.. Gli argomenti, che rendono verisimile una tale mia ipotesi sono tratti dalle sperienze, che mi hanno mostrato come lo stimolo più efficace e più appropriato ai nervi dei muscoli volontarj è appunto lo stimolo elettrico; laddove al contrario pei muscoli non volontarj, come quelli degli intestini, il cuore, ecc. son molto più appropriati gli stimoli meccanici e chimici. Or dunque se per questi muscoli involontarj la Natura adopera appunto cotali stimoli meccanici, o chimici, quali sono il sangue, i succhi gastrici, ecc., perchè la stessa Natura provvida singolarmente nell'economia animale, non impiegherà per quegli altri muscoli volontarj lo stimolo puranco più ap-

[1] *Abbreviazione di: « Caro Amico » spesso usata dal V.* [*Nota della Comm.*].

Digitized by Google

propriato ed efficace, qual è l'elettrico, avendolo, dirò così, sotto mano nella sede medesima della volontà? Perchè non trarrà partito da un fluido sì agile ed obbediente, e cui basta inviare, ossia mettere in corrente anche in poca copia per un picciolo tratto, e fin per pochi punti del nervo che regge tale o tal altro muscolo, acciò si ecciti la virtù nervea, e per essa succeda il moto del rispettivo muscolo? Che ciò infatti basti lo dimostrano le sperienze con cui si eccitano le più valide contrazioni de' muscoli volontarj col movere artificialmente in qualsisia modo, e far passare una picciolissima corrente elettrica per un brevissimo tratto del tronco nervoso, che va a que' tali muscoli: come allorquando si vengono a toccare con due metalli diversi due parti più o meno distanti, ed anche vicinissime, della midolla spinale, o del nervo crurale che sorte dalla medesima, con che compiendosi indi l'arco metallico avviene si scuotano violentemente tutti i muscoli della gamba ecc.. Insomma se dobbiam credere che a qualche fluido abbia a dare impulso la volontà per stimolare, ossia eccitare l'energia de' nervi, che reggono i muscoli volontarj, non andiamo a cercar altro fluido che l'elettrico già presente, e pronto, e la di cui efficacia a tal uopo ci è da tante sperienze dimostrata.

Altronde un potere della volontà sul fluido elettrico, e sì in un grado insigne, dobbiam pur riconoscerlo, ed è manifesto nella Torpedine, ed altri pesci elettrici, che provveduti di organi particolari, e di un grande apparato di nervi, che vanno a quelli, movono a lor grado tanta copia di fluido elettrico, che arriva a dare forti scosse a chi li tocca, ecc.. Or perchè se l'elettricità non è estranea all'economia animale, se compare con tanto vigore e sfoggio in cotesti animali forniti di una strana copia di nervi, e se è provato che appunto da essi nervi, e dal cervello onde derivano, move essa elettricità (giacchè o estratti gli organi che ne abbondan cotanto, o estratto il cervello, o recisi i grossi tronchi nervosi, che vanno dal cervello a detti organi, cessa in tali pesci ad un tratto la facoltà di lanciare il fluido elettrico in guisa di produrre la scossa, tuttochè si mantenga nel primo e nel secondo caso in pieno vigore la vita, ed anche nel terzo, in cui si è estratto il cervello, non manchino così presto nè la circolazione, nè gli altri moti); perchè, dico, se la Natura ha concesso a tali animali un potere elettrico grande e strepitoso corrispondente al grande e straordinario apparato di nervi volontarj, onde vanno forniti, un potere che sorte dirò così, dai confini dell'animale medesimo, e strabocca scuotendo, e fulminando altrui, non avrà accordato pure agli altri animali la stessa facoltà in minor grado, corrispondentemente al molto minor corredo di nervi, e limitata a minori usi, ad usi puramente interni, a quello di movere i propri membri? I pesci elettrici sarebbero in confronto degli animali quel che sono i castelli, e le città fortificate da fulminanti batterie, in confronto dei placidi borghi e [del]le quiete abitazioni.

Ecco dunque, come dopo avere tanto fatto e scritto per dimostrare insus-

Digitized by Google

sistente una pretesa Elettricità animale, quella cioè che si eccita coll'artificio de' metalli ne'membri recisi ecc., ammetto io pure una vera e propria Elettricità animale, nella Torpedine, nell'Anguilla tremante e negli altri pesci che danno la scossa; e una simile, nel modo sopra spiegato, inclino ad attribuire pure a tutti gli animali; Elettricità tanto più veramente animale quantochè dipende dall'anima, obbedisce cioè alla volontà, e non s'estende propriamente, o poco fuori della sua sede. Nelle sper. pertanto del Galvanismo ne' membri recisi ecc., mancando la volontà, non è più mosso il fluido elettrico da alcun principio interno, bensì da causa esterna, dall'applicazione cioè di conduttori dissimili, che sono veri *motori*, come ho sostenuto, e sostengo ancora avendo di ciò recato le prove più dirette; di maniera che suppliscono in certo modo cotesti motori esterni, al movente interno, che nello stato naturale di vita è la volontà dell'animale. Se a questi termini si contentano i Galvaniani di ridurre l'Elettricità animale, sarò molto contento di andare con essi d'accordo; che se ripugnano ancora a questo modo di conciliazione, che godo di offrir loro, se pretendono tuttavia che l'Elettricità si ecciti per pura forza organica, che il fluido elettrico cioè si prepari e lavori nel cervello e ne' nervi, si accumuli in questi, o nell'interiore faccia de' muscoli, si sbilanci in qualsisia modo, e per tale sbilancio poi scaricandosi, stimoli immediatamente i muscoli medesimi; se, dico, continuano a sostenere siffatta elettricità prodotta, come vogliono, da puro meccanismo organico, anche ne' membri, o muscoli recisi, anche in un pezzetto di muscolo, allorchè cogli artificj dell'arco conduttore eterogeneo si fanno entrare tali muscoli in contrazione, se persistono a negare, a fronte di tante prove da me prodotte, che in questi casi, e in tutte le sperienze analoghe del *Galvanismo*, gli è un'elettricità artificiale eccitata cioè da motori esterni, che giuoca; se non si arrendono insomma a tal progetto di riconciliazione, potrò io forse ritirare anche questo, cioè non più accordare neppure quell'altra Elettricità animale dipendente e mossa dalla volontà nel vivente intiero e intatto, salvo nella Torpedine, e negli altri animali elettrici, giacchè finalmente è quella una mera ipotesi, e per tale solamente ho inteso di avanzarla.

Digitized by Google

Digitized by Google

XXII.

ON THE ELECTRICITY

EXCITED BY THE MERE CONTACT OF CONDUCTING SUBSTANCES OF DIFFERENT KINDS

IN A LETTER FROM

Mr. ALEXANDER VOLTA F. R. S.

PROFESSOR OF NATURAL PHILOSOPHY
IN THE UNIVERSITY OF PAVIA,

to the Rt. Hon. Sir JOSEPH BANKS Bart. K. B. P. R. S.

Read June 26, 1800.

FONTI.

STAMPATE.

Phil. Tr. p. II (1800) pg. 403.
Ant. Coll. T. II pg. 97.
Nich. Journ., Luglio 1800.
Bib. Brit. T. XV n.° 113-114.
Mons. Journ. T. II (1800) pg. 158.
Delam. Journ, T. 51 (1800) pg. 344.

MANOSCRITTE.

Cart. Volt.: E 44; H 47; **E 75;** J 54; J 55; J 56; J 57; J 67; J 68; J 79; **J 83.**

OSSERVAZIONI.

TITOLO: da Phil. Tr.
DATA: del V.

In: Nich. Journ., Bib. Brit., Mons Journ. sono contenuti ristretti o lezioni diverse della lettera, in Delam. Journ. leggesi una semplice recensione della stessa.

Digitized by Google

E 44: Lettera al cittadino N. N. per comunicargli l'invenzione della Pila, contenente solo il principio della lettera al Banks, Vedi N. XXV.

H 47: Contiene due brani del principio della lettera.

E 75: Copia fotografica di lettera privata del V. a Sir Joseph Banks, presidente della *Royal Society*, in data 1° Aprile 1800, annunciantegli l'invio fatto il 20 Marzo precedente della lettera-memoria che costituisce il testo di questo numero. Si pubblica in appendice ad esso.

J 54: Comprende 11 fogli staccati di minuta della lettera divisa in paragrafi avente andamento diverso dal testo pubblicato.

J 55: Comprende 8 fogli staccati di minuta della lettera.

J 56: Comprende 2 fogli e mezzo staccati di minuta della lettera con lungo brano concordante col testo e figure.

J 57: Comprende 3 minute della introduzione della lettera con la lunga nota storica comune a molte altre minute e pubblicata nella lezione italiana al N. XXV (vedi anche osservazioni al N. XXV).

J 67 e J 68: Contengono brani ripetuti di minuta scritta in francese, con una figura, di un lavoro sull'uso della pila e studio comparativo tra questa e l'apparato elettrico della torpedine. Questi ms. sono divisi in paragrafi ed alcuni di essi sono tratti quasi testualmente dalla lettera al Banks.

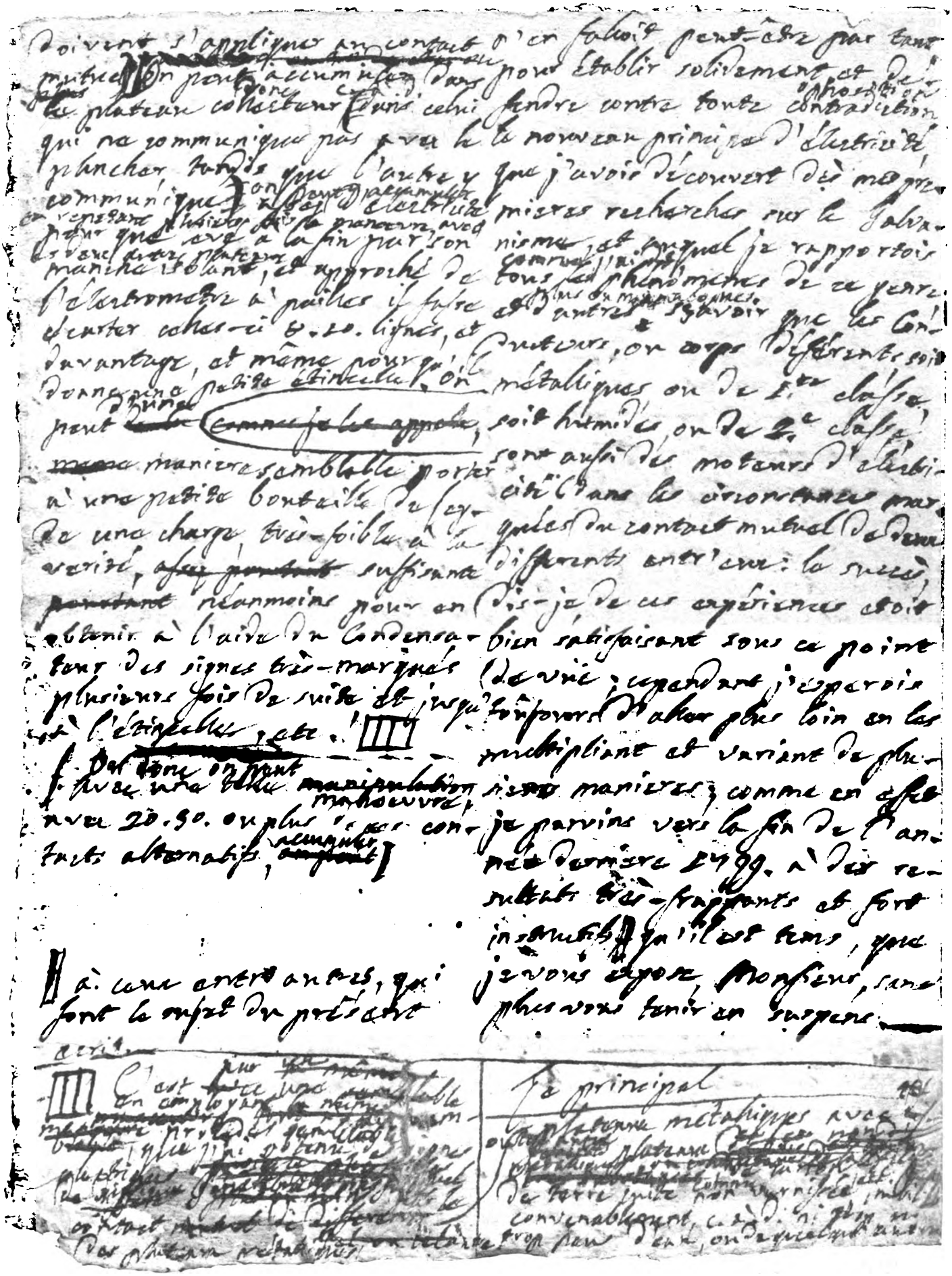
Il prof. L. Magrini richiamò l'attenzione su questo autografo nella seduta del R. Istituto Lombardo di sc. e lett. del 7 nov. 1861.

Il prof. A. Volta junior giudicò che probabilmente questo studio fosse stato scritto dal V. a Ginevra nel 1802, di ritorno dai Comizi di Lione, o subito dopo in patria.

J 79: Principio di una Memoria diretta ad uno scienziato francese per comunicare l'invenzione della pila all'Istituto Nazionale di Francia.

J 83: È costituito da tre fogli, due dei quali formano due lezioni successive d'una nota che pare facciano parte della minuta J 55; il terzo contiene un brevissimo brano e ha caratteri di somiglianza con J 68.

Digitized by Google



Brano di una minuta della lettera a Sir J. Banks (*da* Cart. Volt. J 57).

Digitized by Google

Digitized by Google

A Côme en Milanois, ce 20^me^ Mars 1800.

Après un long silence, dont je ne chercherai pas à m'excuser, j'ai le plaisir de vous communiquer, Monsieur, et par votre moyen à la Société Royale, quelques resultats frappants auxquels je suis arrivé, en poursuivant mes expériences sur l'électricité excitée par le simple contact mutuel des métaux de différente espèce, et même par celui des autres conducteurs, aussi différents entr'eux, soit liquides, soit contenant quelque humeur, à laquelle ils doivent proprement leur pouvoir conducteur. Le principal de ces resultats, et qui comprend à-peu-près tous les autres, est la construction d'un appareil qui ressemble pour les effets, c'est-à-dire, pour les commotions qu'il est capable de faire éprouver dans les bras, etc. aux bouteilles de Leyde, et mieux encore aux batteries électriques foiblement chargées, qui agiroient cependant sans cesse, ou dont la charge, après chaque explosion, se rétabliroit d'elle-même; qui jouiroit, en un mot, d'une charge indéfectible, d'une action sur le fluide électrique, ou impulsion, perpétuelle; mais qui d'ailleurs en diffère essentiellement, et par cette action continuelle qui lui est propre, et parcequ'au lieu de consister, comme les bouteilles et batteries électriques ordinaires, en une ou plusieurs lames isolantes, en couches minces de ces corps censés être les seuls *électriques*, armées de conducteurs ou corps ainsi dit *non-électriques*, ce nouvel appareil est formé uniquement de plusieurs de ces derniers corps, choisis même entre les meilleurs conducteurs, et par là les plus éloignés, suivant ce qu'on a toûjours cru, de la nature électrique. Oui, l'appareil dont je vous parle, et qui vous étonnera sans doute, n'est que l'assemblage d'un nombre de bons conducteurs de différente espèce, arrangés d'une certaine manière, 30, 40, 60 pièces, ou d'avantage, de cuivre, ou mieux d'argent, appliquées chacune à une pièce d'étain, ou, ce qui est beaucoup mieux, de zinc, et un nombre égal de couches d'eau, ou de quelque autre humeur qui soit meilleur conducteur que l'eau simple, come l'eau salée, la lessive, etc. ou des morceaux de carton, de peau, etc. bien imbibés de ces humeurs: de telles couches interposées à chaque couple ou combinaison des deux métaux différents, une telle suite alternative, et toûjours dans le même ordre, de ces trois espèces de conducteurs, voilà tout ce qui constitue mon nouvel instrument; qui imite,

Digitized by Google

comme j'ai dit, les effets des bouteilles de Leyde, ou des batteries électriques, en donnant les mêmes commotions que celles-ci; qui, à la vérité, reste beaucoup au-dessous de l'activité des dites batteries chargées à un haut point, quant à la force et au bruit des explosions, à l'étincelle, à la distance à laquelle peut s'opérer la décharge, etc. egalant seulement les effets d'une batterie chargée à un degré très-foible, d'une batterie pourtant ayant une capacité immense; mais qui d'ailleurs surpasse infiniment la vertu et le pouvoir de ces mêmes batteries, en ce qu'il n'a pas besoin, comme elles, d'être chargé d'avance, au moyen d'une électricité étrangère; et en ce qu'il est capable de donner la commotion, toutes le fois q'on le touche convenablement, quelques fréquents que soient ces attouchements.

Cet appareil, semblable dans le fond, comme je ferai voir, et même tel que je viens de le construire, pour la forme, à l'*organe électrique naturel* de la torpille, de l'anguille tremblante, etc. bien plus qu'à la bouteille de Leyde, et aux batteries électriques connues, je voudrois l'appeler *Organe électrique artificiel*. Et au vrai n'est il pas, comme celui-là, composé uniquement de corps conducteurs? n'est-il pas au surplus actif par lui-même, sans aucune charge précédente? Sans le sécours d'une électricité quelconque excitée par aucun des moyens connus jusqui'ici; agissant sans cesse, et sans relâche; capable enfin de donner à tout moment des commotions plus ou moins fortes, selon les circonstances, des commotions qui redoublent à chaque attouchement, et qui, repétées ainsi avec fréquence, ou continuées pour un certain temps, produisent ce même engourdissement des membres que fait eprouver la torpille, etc.?

Je vais vous donner ici une description plus détaillée de cet appareil, et de quelques autres analogues, aussi bien que des expériences relatives les plus remarquables.

Je me fournis de quelques douzaines de petites plaques rondes ou disques, de cuivre, de laiton, ou mieux d'argent, d'un pouce de diamétre, plus ou moins (par exemple, de monnoyes), et d'un nombre égal de plaques d'étain, ou, ce qui est beaucoup mieux, de zinc, de la même figure et grandeur, à-peu-près; je dis à-peu-près, par ce qu'une précision n'est point requise, et, en général, la grandeur, aussi bien que la figure, des pièces métalliques, est arbitraire: on doit avoir égard seulement qu'on puisse les arranger commodément les unes sur les autres, en forme de colonne. Je prépare en outre, un nombre assez grand de rouelles de carton, de peau, ou de quelque autre matières spongieuse, capable d'imbiber et de retenir beaucoup de l'eau, ou de l'humeur dont il faudra, pour le succès des expériences, qu'elles soient bien trempées. Ces tranches ou rouelles, que j'appellerai disques mouillés, je les fais un peu plus petites que le disques ou plateaux métalliques, à fin qu'interposées à ceux, de la manière que je dirai tantôt, ils n'en débordent pas.

Digitized by Google

Ayant sous ma main toutes ces pièces, en bon état, c'est-à-dire, les disques métalliques bien propres et secs, et les autres non-métalliques bien imbibés d'eau simple, ou, ce qui est beaucoup mieux, d'eau salée, et essuyés en suite légèrement, pour que l'humeur n'en dégoutte pas, je n'ai plus qu'à les arranger comme il convient; et cet arrangement est simple et facile.

Je pose donc horizontalement sur une table ou base quelconque, un des plateaux métalliques, par exemple, un d'argent, et sur ce premier j'en adapte un second de zinc; sur ce second je couche un des disques mouillés; puis un autre plateau d'argent, suivi immédiatement d'un autre de zinc, auquel je fais succéder encore un disque mouillé. Je continue ainsi, de la même façon, accouplant un plateau d'argent avec un de zinc, et toûjours dans le même sens, c'est-à-dire, toûjours l'argent dessous et le zinc dessus, ou *vice versa*, selon que j'ai commencé, et interposant à chacune de ces couples, un disque mouillé; je continue, dis-je, à former, de plusieurs de ces étages, une colonne aussi haute qu'elle peut se soutenir sans s'ecrouler.

Or, si elle parvient à contenir environ 20 de ces étages ou couples de métaux, elle sera déjà capable, non seulement de faire donner des signes à l'électromètre de CAVALLO, aidé du condensateur, au-de-là de 10 ou 15 dégrés, de charger ce condensateur par un simple attouchement, au point de lui faire donner une étincelle, etc. mais aussi de frapper les doigts avec lesquels on vient toucher ses deux extremités, (la tête et le pied d'une telle colonne), d'un ou de plusieurs petits coups, et plus ou moins fréquents, selon qu'on réitère ces contacts; chacun desquels coups ressemble parfaitement à cette légère commotion que fait éprouver une bouteille de Leyde foiblement chargée, ou une batterie chargée beaucoup plus foiblement encore, ou enfin une torpille extrêmement languissante, qui imite encore mieux les effets de mon appareil, par la suite des coups répétés qu'elle peut donner sans cesse.

Pour obtenir de telles légères commotions de cet appareil que je viens de décrire, et qui est encore trop petit pour de grands effets, il est nécessaire que les doigts avec lesquels on veut toucher ses deux extremités en même tems, soient humectés d'eau, au point que la peau, qui autrement n'est pas un assez bon conducteur, se trouve bien trempée. Encore, pour réussir plus sûrement, et recevoir des commotions considérablement plus fortes, faut-il faire communiquer, par le moyen d'une lame suffisamment large, ou d'un gros fil métallique, le pied de la colonne, c'est-à-dire, le plateau du fond, avec l'eau d'un bassin, ou coupe assez grande, dans laquelle on tiendra plongé un doigt, deux, trois, ou toute la main, tandis qu'on ira toucher la tête ou extrémité supérieure (le dernier ou un des derniers plateaux de cette colonne), avec l'extrémité nette d'une lame aussi métallique, empoignée par l'autre main, qui doit être bien humide, et embrasser une large surface de cette lame, et la serrer fortement. En procédant de cette manière, je puis déjà obtenir un petit pico-

Digitized by Google

tement, ou légère commotion, dans une ou deux articulations d'un doigt plongé dans l'eau du bassin, en touchant, avec la lame empoignée dans l'autre main, la quatrième, ou même la troisième paire de plateaux; touchant ensuite la cinquième, la sixième, et de proche en proche les autres, jusqu'au dernier plateau, qui fait la tête de la colonne, il est curieux d'éprouver comment les commotions augmentent graduellement en force. Or, cette force est telle, que je parviens à recevoir d'une telle colonne, formée de 20 paires de plateaux (pas davantage) des commotions qui prennent tout le doigt, et l'affectent même assez douloureusement, s'il est plongé seul dans l'eau du bassin; qui s'étendent (sans douleur) jusqu'au poignet, et même jusq'au coude, si la main est plongée en grande partie, ou entièrement, et se font sentir encore au poignet de l'autre main.

Je suppose toujours qu'on ait pratiqué toutes les attentions nécessaires dans la construction de la colonne, que chacune des paires ou couples de métaux, resultant d'une plaque d'argent appliquée à une de zinc, se trouve en communication avec la couple suivante, par une couche suffisante d'humeur, qui soit de l'eau salée, plutôt que de l'eau pure, ou par un disque de carton, de peau, ou autre chose semblable, bien imbibée de cette eau salée; lequel disque ne soit pas trop petit, et dont les surfaces soient bien collées aux surfaces des plateaux métalliques, entre lesquels il se trouve interposé.

Cette application exacte et étendue des disques mouillés, est très-importante; au lieu que les plateaux métalliques de chaque paire, peuvent ne se toucher entr'eux qu'en peu de points, pourvu seulement que leur contact soit immédiat.

Tout cela fait voir (pour le dire ici en passant) que si le contact des métaux entr'eux en quelques points seulement suffit (étant tous d'excellents conducteurs) pour donner libre passage à un courant électrique mediocrement fort, il n'en est pas de même pour les liquides, ou pour les corps imbibés d'humeur, qui sont des conducteurs beaucoup moins parfaits, et qui, par conséquent, ont besoin d'un ample contact avec les conducteurs métalliques, et plus encore entr'eux, pour que le fluide électrique puisse passer avec assez de facilité, et pour qu'il ne soit pas trop retardé dans son cours, sur-tout lorsqu'il est mu avec très-peu de force, comme dans notre cas.

Au reste, les effets de mon appareil (les commotions qu'on éprouve) sont considérablement plus sensibles, à mesure que la température de l'air ambient, ou celle de l'eau, ou des disques mouillés qui entrent dans la composition de la colonne, et de l'eau même du bassin, est plus chaude; la chaleur rendant l'eau plus conductrice. Mais, ce qui la rend beaucoup meilleure encore, ce sont presque tous les sels, et notamment le sel commun. Voilà une des raisons, si non la seule, pourquoi il est si avantageux que l'eau du bassin, et surtout celle interposée à chaque paire de plateaux métalliques, l'eau dont sont

Digitized by Google

imbibés les disques de carton, etc. soit de l'eau salée, comme j'ai déjà fait remarquer.

Mais tous ces moyens, et toutes ces attentions, enfin, n'ont qu'un avantage limité, et ne feront jamais qu'on puisse obtenir des commotions bien fortes, tant que l'appareil ne consistera qu'en une seule colonne formée de 20 paires seulement de plateaux, quoi qu'ils soient des deux meilleurs métaux pour ces expériences, sçavoir, d'argent et de zinc; car, s'ils étoient d'argent et de plomb, ou d'étain, ou de cuivre et d'étain, on n'obtiendroit pas la moitié de l'effet, à moins qu'un nombre beaucoup plus grand ne suppléât à la moindre force de chaque paire. Or donc, ce qui augmente réellement la puissance électrique de cet appareil, et la peut porter au degrè d'égaler, et de surpasser encore, celle de la torpille et de l'anguille tremblante, c'est le nombre des plateaux, arrangés de la manière, et avec les attentions, que j'ai expliqué. Si, aux 20 paires décrites ci-dessus, on en ajoute 20 ou 30 autres, disposées dans le même ordre, les commotions que pourra donner la colonne ainsi prolongée (je dirai tantôt comment on peut la soutenir, pour qu'elle ne s'écroule pas, ou, ce qui est mieux, la partager en deux ou plusieurs colonnes), seront déjà beaucoup plus fortes, e s'étendront dans les deux bras jusq'à l'épaule, sur-tout dans celui dont la main est plongée dans l'eau; la quelle main, avec le bras entier, en restera plus ou moins engourdie, si, en réitérant les attouchements avec fréquence, on fait succéder ces commotions l'une à l'autre rapidement et sans relâche. Cela, en plongeant toute, ou presque toute, la main dans l'eau du bassin; mais, si on ne plonge qu'un doigt seul, en tout ou en partie, les commotions concentrées presque dans lui seul, en seront d'autant plus douloureuses, et si cuisantes qu'elles deviendront insupportables.

On s'attend bien que cette colonne, formée de 40 ou 50 couples de métaux, qui donne des commotions plus que médiocres aux deux bras d'une personne, pourra en donner ancore de sensibles à plusieurs, qui, se tenant par leurs mains (suffisamment humides), forment une chaine non interrompue.

Révenant à la construction mécanique de mon appareil, qui est susceptible de plusieurs variations, je vais décrire ici, non pas toutes celles que j'ai imaginées et exécutées, soit en grand, soit en petit, mais quelques unes seulement, qui sont ou plus curieuses, ou plus utiles; qui présentent quelqu'avantage réel, comme d'être d'une exécution plus facile, ou plus expéditive, d'être plus immanquables dans leurs effets, ou plus longtems conservables en bon état.

Et pour commencer par une, qui, réunissant a-peu-près tous ces avantages, diffère le plus, quant à sa figure, de l'*appareil à colonne* décrit ci-dessus, mais qui a le desavantage d'être une machine beaucoup plus volumineuse; je vous présente ce nouvel appareil, que j'appellerai *à couronne de tasses*, dans la figure ci-jointe. (fig. 1).

On dispose donc une rangée de plusieurs tasses ou coupes, de quelque

Digitized by Google

matière que ce soit, exceptés les métaux, de tasses de bois, d'ecaille, de terre, ou mieux de cristal (des petits verres à boire ou gobelets, sont les plus à-propos),

Fig. 1.

Fig. 2.

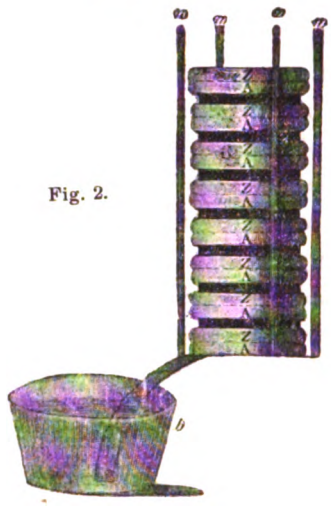
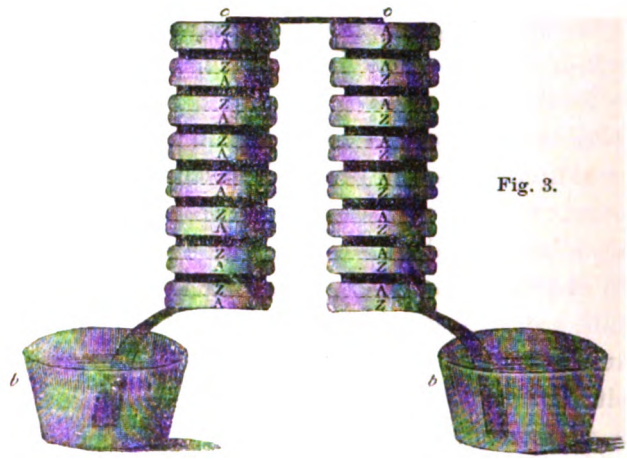


Fig. 3.



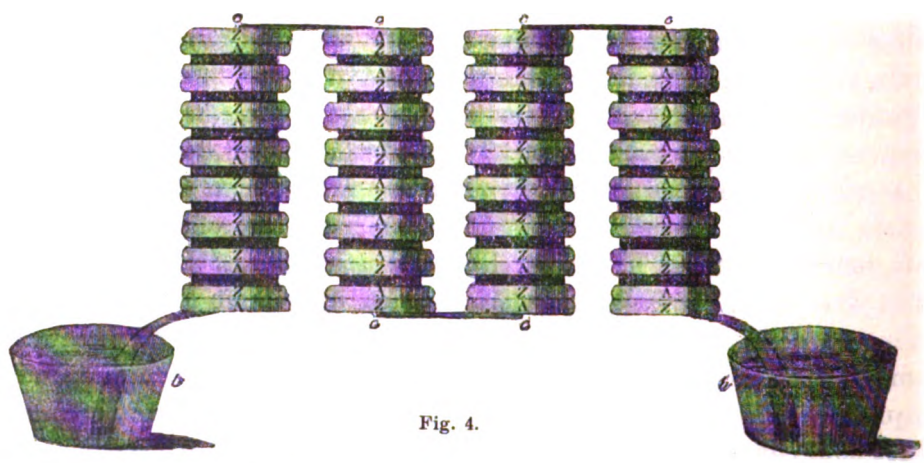


Fig. 4.

Illustrazione tratta da Phil. Trans. MDCCC (stessa fonte del testo). [*Nota della Comm.*].

à demi pleines d'eau pure, ou mieux d'eau salée, ou de lessive; et on les fait communiquer toutes, on en forme une espèce de chaine, par le moyen d'autant d'arcs métalliques, dont un bras A*a*, ou seulement l'extrémité A, qui plonge

Digitized by Google

dans un des gobelets, est de cuivre rouge, ou jaune, ou mieux de cuivre argenté, et l'autre Z, qui plonge dans le gobelet suivant, est d'étain, ou mieux de zinc. J'observerai ici, en passant, que la lessive et les autres liqueurs alcalines sont préférables, lorsqu'un des métaux qui doivent plonger, est l'étain; l'eau salée est préférable, lorsque c'est le zinc. Les deux métaux dont chaque arc se compose, sont soudés ensemble, dans quelque endroit que ce soit, au-dessus de la partie qui plonge dans le liquide, et qui doit le toucher par une surface suffisamment large: il est pour cela convénable, que cette partie soit une lame d'un pouce quarré, ou très-peu moins; le reste de l'arc peut être plus étroit tant qu'on veut, et même un simple fil métallique. Il peut aussi être d'un troisième métal, différent des deux qui plongent dans le liquide des gobelets; puisque l'action sur le fluide électrique, qui resulte de tous les contacts de plusieurs métaux qui se succédent immédiatement, la force avec la quelle ce fluide se trouve poussé à la fin, est la même absolument, ou à-peu-près, que celle qu'il auroit reçu par le contact immediat du premier métal avec le dernier, sans aucun des métaux intermédiaires, comme j'ai verifié par des expériences directes, dont j'aurai occasion de parler ailleurs.

Or donc, une suite de 30, 40, 60, de ces gobelets, enchainés de cette manière, et rangés, soit dans une ligne droite, soit dans une courbe, ou repliée de toutes les manières, forme tout ce nouvel appareil; qui dans le fond, et en substance, est le même que l'autre à colonne, décrit plus haut; l'essentiel, qui consiste dans la communication immédiate des métaux différents qui forment chaque couple, et médiate d'une couple avec l'autre, savoir, par l'interméde d'un conducteur humide, ayant lieu pour l'un, aussi bien que pour l'autre de ces appareils.

Quant à la manière de mettre celui à gobelets à l'épreuve, et quant aux différentes expériences auxquelles il peut servir, je n'ai pas besoin d'en dire beaucoup, après ce que j'ai fait observer, et expliqué amplement, au sujet de l'autre à colonne. On comprendra aisément, que pour avoir la commotion, il suffit de plonger une main dans un des gobelets, et un doigt de l'autre main dans un autre gobelet, assez éloigné de celui-là; que cette commotion sera d'autant plus forte que ces deux vases seront plus éloignés l'un de l'autre, c'est-à-dire, qu'il y en aura un plus grand nombre d'intermédiaires; que, par conséquent, on aura la plus forte, en touchant le premier et le dernier de la chaine. On comprendra aussi comment, et pourquoi, les expériences réussiront beaucoup mieux, en empoignant, et serrant, dans une main bien humectée, une lame métallique assez large (afin que la communication soit ici assez parfaite, et se fasse par un grand nombre de points), et touchant avec cette lame l'eau du gobelet, ou plutôt l'arc métallique designé, tandis que l'autre main se trouve plongée dans l'autre gobelet éloigné, ou touche, avec une lame empoignée de même, l'arc de celui-ci. Enfin on comprendra, et on pourra

Digitized by Google

même prévoir le succès d'une grande variété d'expériences, qu'on peut exécuter avec cet *appareil à couronne de tasses*, plus facilement, et d'une manière plus evidente et parlante, pour ainsi dire, aux yeux, qu'avec l'autre appareil à colonne. Je me dispenserai donc de décrire un grand nombre de ces expériences faciles à deviner, et j'en rapporterai seulement quelques unes, qui ne sont pas moins instructives qu'amusantes.

Soient trois vingtaines de ces tasses ou gobelets, rangés et enchainés l'un à l'autre par les arcs métalliques, mais de façon que, pour la première vingtaine, ces arcs soient tournés dans le même sens, par exemple, le bras d'argent tourné à gauche, et le bras de zinc à droite; et pour la seconde vingtaine, en sens contraire, c'est-à-dire, le zinc à gauche, et l'argent à droite; enfin, pour la troisième vingtaine, de nouveau, l'argent à gauche, comme pour la première. Ces choses ainsi disposées, plongez un doigt dans l'eau du premier gobelet, et touchez, avec la lame empoignée par l'autre main, de la manière préscrite, le premier arc métallique (celui qui joint le premier gobelet au second), puis l'autre arc qui embrasse le second et le troisième gobelet, et successivement les autres arcs, jusqu'à les parcourir tous. Si l'eau est bien salée et tiéde, et la peau des mains assez humectée et ramollie, vous commencerez déjà à éprouver une petite commotion dans le doigt, lorsque vous serez parvenu à toucher le 4.e ou le 5.e arc; (je l'ai éprouvée quelque fois assez distinctement par le contact du 3.e); et, en passant successivement au 6.e, 7.e etc. les secousses augmenteront graduellement de force, jusqu'au 20.e arc, c'est-à-dire, jusq'au dernier de ceux tournés dans le même sens: mais, en passant outre, au 21.e, 22.e, 23.e, ou 1.er, 2.e, 3.e, de la second vingtaine, dans laquelle ils sont tous tournés en sens contraire, les secousses deviendront à chaque pas moins fortes, si bien, qu'au 36.e, ou 37.e, elles seront imperceptibles, et absolument nulles au 40.e; passé lequel (et commençant, la troisième vingtaine, opposée à la seconde, et analogue à la première), les secousses seront encore imperceptibles, jusqu'au 44.e ou 45.e arc; mais elles recommenceront à devenir sensibles, et à augmenter graduellement, à mesure que vous avancerez, jusqu'au 60.e, où elles seront arrivées à la même force du 20.e arc.

Or, si les 20 arcs du milieu étoient tournés dans le même sens que les 20 précedents et les 20 suivants, si tous le 60 conspiroient à pousser le fluide électrique dans la même direction, on comprend de combien l'effet seroit plus grand à la fin, et la commotion plus forte; et en général on comprend comment, et jusqu'à quel point, elle doit être affoiblie, dans tous les cas ou un nombre plus ou moins grand de ces forces, par la position des métaux à l'opposite, se contrarient. Si la chaine est interrompue quelque part, soit que l'eau manque dans une des tasses soit qu'un des arcs métalliques ait été enlevé, ou qu'il soit séparé en deux pièces, vous n'aurez aucune commotion en plongeant un doigt dans l'eau du premier, et un autre dans l'eau du dernier vase; mais

Digitized by Google

Fig. 4.

Brano di una minuta della lettera a Sir J. Banks (*da* Cart. Volt. J 68).

Digitized by Google

Digitized by Google

vous l'aurez, forte un foible, selon les circonstances (laissant ces doigts plongés), au moment qu'on rétablira la communication rompue, au moment qu'une autre personne plongera dans les deux tasses où manque l'arc, deux de ses doigts (qui seront aussi frappés d'une légère commotion), ou mieux, qu'elle y plongera ce même arc qu'on avoit ôté, ou un autre quelconque; et, dans le cas de l'arc separé en deux pièces, au moment qu'on ramenera celles-ci au contact mutuel (de la quelle manière la commotion sera plus forte qu'autrement); enfin, dans le cas de la tasse vuide, au moment qu'en y versant de l'eau, elle abordera aux deux bras métalliques enfoncés dans cette tasse, et qui se trouvoient à sec.

Lorsque la chaine ou couronne de tasses est assez longue, et en état de pouvoir donner une forte commotion, on l'éprouvera, quoique beaucoup plus foible, quand même on tiendroit plongés les deux doigts, ou les deux mains, dans un seul bassin d'eau assez grand, dans lequel aboutissent le premier et le dernier arc métallique, pourvu que l'une ou l'autre de ces mains enfoncées, ou mieux toutes les deux, on les tienne respectivement en contact de ces mêmes arcs, ou assez près du contact; on éprouvera, dis-je, une commotion, au moment que (la chaine se trouvant interrompue quelque part) la communication sera rétablie, et le cercle completé, d'une des manières qu'on vient de dire. Or, on pourroit être surpris, que dans ce cercle, le courant électrique, ayant son passage libre à travers un masse d'eau non interrompue, dans cette eau qui remplit le bassin, quitte ce bon conducteur, pour se jetter, et poursuivre son cours, à travers le corps de la personne qui tient ses mains plongées dans cette même eau, en faisant ainsi un plus long trajet. Mais la surprise cessera, si on reflechit, que les substances animales vivantes et chaudes, et sur-tout leurs humeurs, sont en général des meilleurs conducteurs que l'eau. Le corps donc de la personne qui plonge les mains dans l'eau, offrant un passage plus facile que cette eau au torrent électrique, celui-ci doit le préférer, quoiqu'un peu plus long. Au reste, comme le fluide électrique, lorsqu'il doit traverser en quantité, des conducteurs qui ne sont pas parfaits, et nommément des conducteurs humides, aime à s'étendre dans un canal plus large, ou à se partager en plusieurs, et à prendre même des détours, trouvant en cela moins de résistance qu'à suivre un seul canal, quoique plus court; ce n'est dans notre cas qu'une partie du torrent électrique, qui, s'écartant de l'eau, prend cette nouvelle route de la personne, et la parcourt d'un bras à l'autre: une autre partie, plus ou moins grande, passe à travers l'eau du bassin. Voilà la raison pourquoi la secousse qu'on éprouve, est beaucoup plus foible que lorsque le courant électrique n'est point partagé, lorsque la personne fait seule la communication d'un arc à l'autre, etc..

D'après ces expériences, on peut croire, que lorsque la torpille veut donner une secousse aux bras de l'homme, ou aux animaux qui la touchent, ou qui s'approchent de son corps sous l'eau (laquelle secousse est pareillement beau-

Digitized by Google

coup plus foible que celle que le poisson peut donner hors de l'eau), ella n'a qu'à rapprocher quelques unes des parties de son organe électrique, là où, par quelque intervalle, la communication manque; qu'à ôter ces interruptions entre l'une et l'autre des colonnes dont est formé le dit organe, ou entre ces membranes en forme de disques minces, qui gissent les unes sur les autres, du fond jusq'au sommet de chaque colonne; elle n'a, dis-je, qu'à ôter ces interruptions dans un ou plusieurs endroits, et y faire naître le contact convenable, soit en comprimant ces mêmes colonnes, soit en faisant couler entre les pellicules ou diaphragmes soulevés, quelqu'humeur, etc.. Voilà quelle peut être, et, comme j'imagine, quelle est réellement, toute la tâche de la torpille, en donnant la commotion; car tout le reste, je veux dire l'incitation et mouvement donné au fluide électrique, n'est qu'un effet nécessaire de son organe singulier, formé, comme on voit, d'une suite très-nombreuse de conducteurs, que j'ai tout le fondement de croire assez differents entr'eux pour être aussi *moteurs* de fluide électrique, dans leurs contacts mutuels, et de le supposer arrangés de la manière convenable pour pousser ce fluide avec une force suffisante, de haut en bas, ou de bas en haut, et determiner un courant capable de produire la commotion, etc. sitôt, et chaque fois, que tous les contacts et communications nécessaires ont lieu.

Mais laissons maintenant la torpille, et son *organe électrique naturel*, et revenons à l'*organe électrique artificiel* de mon invention, et particulièrement à celui qui imite le premier, même par la forme (car celui à gobelets s'en éloigne à cet egard), revenons à mon premier *appareil à colonne*. J'aurois quelque chose encore à dire par rapport à la construction du dit appareil à gobelets ou *à couronne de tasses*, par exemple, qu'il est bon que la première et la dernière tasse soient assez grandes pour pouvoir y plonger, à l'occasion, toute la main etc.; mais il seroit trop long d'entrer dans tous ces details.

Quant à l'appareil à colonne, j'ai cherché les moyens de l'allonger beaucoup, en multipliant les plateaux métalliques sans qu'elle s'écroulât; de rendre cet instrument commode et portatif, et, sur-tout, durable; et j'ai trouvé, entr'autres, les suivants, que je vous mets sous les yeux, par les figures ci-jointes. (fig. 2, 3, 4).

Dans la fig. 2.^{e}, m, m, m, m, sont des montants ou baguettes, au nombre de trois, quatre, ou plus, qui s'élèvent du pied de la colonne, et renferment, comme dans une cage, les plateaux ou disques posés les uns sur les autres, en tel nombre, et jusqu'à la hauteur qu'on veut, et les empêchent ainsi de tomber. Les baguettes peuvent être de verre, de bois, ou de mètal; seulement, dans ce dernier cas, il faut empêcher qu'elles touchent immédiatement les plateaux; ce qu'on peut faire, ou en couvrant chacune de ces baguettes métalliques avec un tube de verre, ou en interposant entre celles-ci et la colonne, quelques bandes de toile cirée, de papier huilé, ou même de papier simple, ou tout

Digitized by Google

autre corps enfin, qui soit ou *cohibent* ou mauvais conducteur: le bois, ou le papier, le sont assez pour notre cas, pourvu seulement qu'ils ne soient pas extrêmement humides, ou mouillés.

Mais le meilleur espédient, lorsqu'on veut former l'appareil d'un nombre très-grand de plateaux, au-delà, par esemple, de 60, 80, 100, est de partager la colonne en deux ou plusieurs, comme on voit dans les figures 3 et 4 où les pièces ont toutes leurs positions et communications respectives, comme si c'étoit une seule colonne. On peut en effet regarder la fig. 4.e, aussi bien que la 3.e, comme une colonne repliée.

Dans toutes ces figures, les plateaux métalliques différents sont designés par les lettres A et Z; (qui sont les initielles d'*argent* et de *zinc*); et les *disques mouillés* (de carton, de peau, etc.) interposés à chaque couple de ces métaux, par une couche noire.

Les lignes ponctuées marquent l'union d'un métal avec l'autre, dans chaque couple, leur contact mutuel par un nombre quelconque de points; ce qui est indifférent, ou qu'ils sont soudés ensemble, ce qui est bien à plus d'un égard; *c c*, *c c*, *c c*, sont des plaques métalliques, qui font communiquer une colonne, ou section de colonne, à l'autre; et *b*, *b*, *b*, *b*, *b*, sont les bassins d'eaux, en communication avec les pieds ou extrémités des colonnes.

Un appareil ainsi monté est assez commode, pas volumineux, et on pourroit le rendre encore plus facilement et plus sûrement portatif, à l'aide de quelques étuis ou canons, dans lesquels on enfermeroit et garderoit chaque colonne. C'est dommage seulement qu'il ne dure pas long-tems en bon état; les disques mouillés se desséchant, dans un ou deux jours, au point qu'il faut les humecter de nouveau; ce qu'on peut faire pourtant, sans démonter tout l'appareil, en plongeant les colonnes toutes faites dans l'eau, et (les ayant retirées quelques tems après) les essuyant à l'extérieur avec un linge, ou autrement, le mieux qu'on peut.

La meilleure manière d'en faire un instrument aussi durable qu'on peut le souhaiter, seroit d'enfermer et retenir l'eau interposée à chaque couple de métaux, et de fixer ces mêmes plateaux à leurs places, en enveloppant de cire ou de poix toute la colonne; mais la chose est un peu difficile pour l'exécution, et exige beaucoup de patience. J'y ai pourtant réussi; et j'ai formé, de cette manière, deux cilindres de 20 couples métalliques, qui me servent encor assez bien, après quelques semaines, et serviront, j'espère, après des mois.

On a la commodité de pouvoir employer ces cilindres aux expériences, non seulement debout, mais inclinés, ou couchés, comme on veut, et même plongés dans l'eau, la tête seulement dehors: ils pourroient encore donner la commotion plongés entièrement, s'ils contenoient un nombre plus grand de plateaux, ou si plusieurs de ces cilindres étoient joints ensemble, et qu'il y eût quelqu'interruption, qu'on pût ôter à volonté, etc. avec quoi, ces cilindres

Digitized by Google

imiteroient assez bien l'anguille tremblante; pour mieux ressembler à laquelle, même dans l'extérieur, ils pourroient être joints ensemble par des fils métalliques pliables, ou des ressorts à boudin, et être couverts dans toute la longueur d'une peau, et se terminer en une tête et en une queue, bien configurées etc.

Les effets sensibles à nos organes que produit un appareil formé de 40, ou 50 paires de plateaux (et même un moins grand, si l'un des métaux étant argent ou cuivre, l'autre est zinc), ne se réduisent pas simplement aux commotions: le courant de fluide électrique, mu et sollicité par un tel nombre et espèces de conducteurs differents, argent, zinc, et eau, alternativement disposés de la manière décrite, n'excite pas seulement des contractions et spasmes dans les muscles, des convulsions plus ou moins violentes dans les membres qu'il traverse dans son cours, mais il irrite aussi les organes du goût, de la vue, de l'ouie, et du tact, proprement dit, et y produit des sensations propres à chacun.

Et, premièrement, quant au sens du tact; si, au moyen d'un ample contact de la main (bien humectée), avec une lame métallique, ou mieux, en plongeant la main profondément dans l'eau du bassin, j'établis d'un côté une bonne communication avec une des extrémités de mon *appareil électro-moteur* (il faut donner de nouveaux noms à des instruments nouveaux, non seulement par la forme, mais aussi par les effets, ou par le principe d'où ils dependent), et de l'autre côté j'applique le front, la paupière, le bout du nez, aussi humectés, ou quelque autre partie du corps où la peau soit assez délicate; j'applique, dis-je, avec un peu de pression, quelqu'une de ces parties délicates, bien humectées, contre la pointe d'un fil métallique, qui va communiquer convenablement à l'autre extrémité du dit appareil, je sens, au moment que s'accomplit ainsi le cercle conducteur, à l'endroit touché de la peau, et un peu ou-delà, un coup et une piqûre, qui passent vite, et se repètent autant de fois qu'on interrompt et rétablit ce cercle; de sorte que, si ces alternatives sont fréquentes, elles me causent un trémoussement, et un picotement fort désagréable. Mais, si toutes la communications continuent sans ces alternatives, sans la moindre interruption du cercle, je ne ressens plus rien pour quelques moments; passés lesquels, commence à la partie appliquée au bout du fil métallique, une autre sensation, qui est une douleur aigue (sans secousse), limitée précisément aux points du contact, une cuisson, non seulement continuée, mais qui va toûjours en augmentant, au point de devenir en peu de tems insupportable, et qui ne cesse qu'en interrompant le cercle.

Quelle preuve plus évidente de la continuation du courant électrique, pour tout le tems que les communications des conducteurs qui forment le cercle continuent? et que seulement en interrompant celui-ci, un tel courant est suspendu? cette circulation sans fin du fluide électrique (ce *mouvement perpetuel*), peut paroitre paradoxe, peut n'être pas explicable: mais elle n'en est pas moins vraie et réelle, et on la touche, pour ainsi dire, des mains. Une

Digitized by Google

autre preuve évidente peut aussi se tirer, de ce que, dans ces sortes d'expériences, on éprouve souvent, au moment qu'on interrompt brusquement le cercle, un coup, une piqûre, une commotion, suivant les circonstances, tout comme au moment qu'on le complete; avec la seule différence, que ces sensations, causées par une espèce de reflux du fluide électrique, ou par la secousse qui naît de la suspension soudaine de son courant, sont plus foibles. Mais je n'ai pas besoin, et ce n'est pas ici le lieu, d'alléguer les preuves d'une telle circulation sans fin du fluide électrique, dans un cercle de conducteurs, où il y en a qui, pour être de différente espèce, font par leur contact mutuel l'office d'excitateurs ou *moteurs:* cette proposition, que j'ai avancée dès mes premières recherches et decouvertes au sujet du GALVANISME, et toûjours soutenue, en l'appuyant de nouveaux faits et espériences, n'aura plus, j'espère, de contradicteurs.

Revenant à la sensation de douleur qu'on éprouve dans les expériences décrites ci-dessus, je dois ajouter, que si cette douleur est assez forte et piquante dans les parties que la peau recouvre, elle l'est beaucoup plus où la peau a été enlevée, dans les blessures, par exemple, et les plaies recentes. Si par hazard il y a une petite incision, ou écorchure, au doigt que je plonge dans l'eau communiquante avec une des extrémités de l'appareil électro-moteur, j'y ressens une douleur si vive et si cuisante, lorsqu'en établissant la communication convenable avec l'autre extrémité j'en complete le cercle, que je dois bien tôt me désister de l'expérience, c'est-à-dire, retirer le doigt, ou interrompre de quelque autre manière ce cercle. Je dirai de plus, que je ne puis pas même resister au-delà de quelques secondes, lorsque la partie de l'appareil que je mets en jeu, ou l'appareil entier, ne va qu'à 20 couples métalliques, ou environ.

Une chose que je dois encore faire remarquer, c'est, que toutes ces sensations de picotement et de douleur sont plus fortes et plus aigues, les autres choses égales, lorsque la partie du corps qui doit les ressentir se trouve du côté de l'électricité négative, c'est-à-dire, placée de manière dans le cercle conducteur, que le fluide électrique parcourant ce cercle, ne soit pas dirigé contre cette partie sensible, qu'il ne s'avance pas vers elle et y entre de dehors en dedans, mais bien que sa direction soit de dedans en dehors, en un mot, qu'il en sorte: par rapport à quoi, il faut connoître, des deux métaux qui entrent par couples dans l'appareil construit, quel est celui qui donne à l'autre. Or, j'avois déjà déterminé cela pour tous le métaux, par d'autres expériences, publiées il y a longtems, à la suite de mes premiers mémoires au sujet de GALVANISME. Je ne dirai donc ici autre chose, sinon que tout est pleinement confirmé, par les expériences également et encore plus démonstratives et éclatantes, qui m'occupent à présent.

Par rapport au sens du goût, j'avois déjà découvert, et publié dans ces premiers mémoires, où je me vis obligé de combattre la prétendue électricité

Digitized by Google

animale de GALVANI, et de la déclarer une électricité extrinséque, mue par le contact mutuel des métaux de différente espèce; j'avois, dis-je, découvert, en conséquence de ce pouvoir que j'attribuois aux métaux, que deux pièces de ces métaux différents, et singulièrement une d'argent et une de zinc, appliquées convenablement, excitoient, sur le bout de la langue, des sensations de saveur trés-marquées; que la saveur étoit decidément acide, si, le bout de la langue étant tourné vers le zinc, le courant électrique alloit contre lui, et entroit; et qu'une autre saveur, moins forte, mais plus désagréable, acre, et tirante à l'alcalin, se faisoit sentir, si (la position des métaux étant renversée) le courant électrique sortoit du bout de la langue; que ces sensations, au surplus continuoient, et recevoient même des accroissements, pendant plusieurs secondes, si le contact mutuel des deux métaux se soutenoit, et le cercle conducteur n'étoit nulle part interrompu. Or, quand j'ai dit ici, que les mêmes phénomènes arrivent ponctuellement, lorsqu'on met à l'épreuve, au lieu d'une seule couple de ces piéces métalliques, un assemblage de plusieurs, arrangés comme il faut; et que les dites sensations de saveur, soit acide, soit alcaline, augmentent, mais peu, avec le nombre de ces couples, j'ai presque tout dit. Il me reste seulement à ajouter, que si l'appareil qu'on met en jeu pour ces expériences sur la langue, est formé d'un nombre assez grand de couples métalliques de cette espèce, si, par exemple, il en contient 30, 40, ou davantage, la langue n'éprouve pas uniquement la sensation de saveur qu'on vient de dire, mais, en outre, celle d'un coup, qui la frappe à l'instant qu'on complete le cercle, et qui lui cause une piqûre plus ou moins douloureuse, mais passagère, suivie, quelques moments après, de la sensation durable de saveur. Ce coup produit même une convulsion, ou trémoussement, d'une partie, ou de toute la langue, lorsque l'appareil, formé d'un plus grand nombre encore de couples des dits métaux, est plus actif, et que, moyennant de bonnes communications conductrices, le courant électrique qu'il excite peut passer partout, avec assez de liberté.

Je reviens souvent, et j'insiste, sur cette dernière condition, par ce qu'elle est essentielle, pour toutes les expériences où il s'agit d'obtenir des effets bien sensibles sur notre corps, soit des commotions dans les membres, soit des sensations dans les organes des sens. Il faut donc, que les conducteurs non-métalliques qui entrent dans le cercle, soient des bons conducteurs autant que possible, bien imbibés (s'ils ne sont pas des liquides eux-mêmes) d'eau, ou de quelque autre fluide plus conducteur que l'eau pure; et il faut, outre cela, que les surfaces bien humides, par lesquelles ils communiquent avec les conducteurs métalliques, et sur-tout entr'eux, soient assez larges. La communication doit seulement être retrecie, ou réduite à un petit nombre de points de contact, là où l'on veut concentrer l'action électrique sur une partie des plus sensibles du corps, sur quelque nerf des sens etc. comme je l'ai déjà fait remarquer, à propos des expériences sur le tact, savoir, des expériences par lesquelles

Digitized by Google

on excite des douleurs aigues dans différentes parties. Ainsi donc, la meilleure manière que j'ai trouvée, de produire sur la langue toutes les sensations décrites, est d'appliquer son bout contre l'extrémité pointue (qui ne le soit pas pourtant trop) d'une verge métallique, que je fais communiquer convenablement, comme dans le autres expériences, à une des extrémités de mon appareil, et d'établir une bonne communication de la main, ou, ce qui est mieux, des deux mains ensemble, avec l'autre extrémité. Cette application du bout de la langue au bout de la verge métallique, peut, au reste, ou exister déjà, lorsqu'on va faire l'autre communication pour completer le cercle (lorsqu'on va plonger la main dans l'eau du bassin), ou se faire après l'établissement de cette communication, pendant que la main se trouve plongée; et, dans ce dernier cas, je crois sentir la piqûre et la secousse dans la langue, un tant-soit-peu avant le véritable contact. Oui, il me paroit toûjours particulièrement si j'avance peu-à-peu le bout de la langue, que lorsq'il est arrivé à une très-petite distance du métal, le fluide électrique (je voudrois presque dire l'étincelle), franchissant cet intervalle, s'élance pour le frapper.

A l'égard du sens de la vue, que j'avois aussi découvert pouvoir être affecté par le foible courant du fluide électrique, procédant du contact mutuel de deux métaux différents, en général, et en particulier d'une piéce d'argent avec une de zinc, je devois m'attendre, que la sensation de lumière excitée par mon nouvel appareil, seroit plus forte, à mesure qu'il contiendroit un plus grand nombre de piéces de ces métaux; chaque couple desquels, arrangées comme il faut, ajoute un dégré de force au dit courant électrique, comme toutes les autres expériences le montrent, et notamment celles avec l'électromètre, aidé du condensateur, que j'ai seulement indiquées, et que je décrirai ailleurs. Mais, je fus surpris de trouver, qu'avec 10, 20, 30 couples, et davantage, l'éclair produit ne paroissoit ni plus long et étendu, ni beaucoup plus vif, qu'avec une seule couple. Il est vrai, cependant, que cette sensation de lumière foible, et passagère, est excitée par un tel appareil plus aisément, et de plusieurs manières. En effet, pou réussir avec une seule couple, il n'y a, à-peu-près, que les manières suivantes; savoir, ou qu'une des piéces métalliques soit appliquée au bulbe même de l'œil, ou à la paupière, bien humectée, et qu'on la fasse toucher à l'autre métal appliqué à l'autre œil, ou tenu dans la bouche, ce qui donne le plus bel éclair; ou, qu'on empoigne cette seconde piéce métallique, avec la main bien humectée, et qu'on la porte au contact de la première; ou enfin, qu'on applique ces deux lames à certaines parties de l'intérieur de la bouche, en les faisant aussi communiquer entr'elles. Mais, avec un appareil de 20, 30 couples, etc. on produit le même éclair, en appliquant au bout d'une lame ou verge métallique, qui soit en communication avec une des extremités de cet appareil, tandis que d'une main on communique convenablement avec l'autre extremité; en appliquant, dis-je, ou faisant toucher à cette lame, non

Digitized by Google

seulement l'œil, ou quelque partie que ce soit de la bouche, mais le front, le nez, les joues, les levres, le menton, et jusqu'à la gorge; en un mot, toutes les parties et points du visage, qu'on doit seulement avoir bien humectés, avant de les porter au contact de la lame métallique. Au reste, la forme, comme la force, de cette lumière passagère qu'on appercoit, varie un peu, en variant les endroits de la face sur lesquels on porte l'action du courant électrique; si c'est sur le front, par exemple, cette lumière est médiocrement vive, et paroit comme un cercle lumineux, sous laquelle figure elle se présente aussi dans plusieurs autres essais.

Mais la plus curieuse de toutes ces expériences, est de tenir la lame métallique serrée entre les levres, et en contact du bout de la langue; puisque, lorsqu'on vient ensuite completer le cercle, de la maniere convenable, on excite à la fois, si l'appareil est suffisamment grand, en bon ordre, et le courant électrique assez fort et en bon train, une sensation de lumière dans les yeux, une convulsion dans les levres, et même dans la langue, une piqûre douloureuse sur son bout, suivie enfin de la sensation de saveur.

Je n'ai plus qu'à dire un mot sur l'ouie. Ce sens, que j'avois inutilement cherché à exciter avec deux seules lames métalliques, quoique les plus actives entre tous les *moteurs* d'électricité, savoir, une d'argent, ou d'or, et l'autre de zinc, je suis enfin parvenu à l'affecter avec mon nouvel appareil, composé de 30 ou 40 couples de ces métaux. J'ai introduit, bien avant dans les deux oreilles, deux espèces de sondes ou verges métalliques, avec les bouts arrondis; et je les ai fait communiquer immédiatement aux deux extrémités de l'appareil. Au moment que le cercle a été ainsi complété, j'ai reçu une secousse dans la tête; et, quelques moments après (les communications continuant sans aucune interruption), j'ai commencé à sentir un son, ou plutôt un bruit, dans les oreilles, que je ne saurois bien définir; c'etoit une espèce de craquement à secousse, ou pétillement, comme si quelque pâte ou matière tenace bouillonnoit. Ce bruit continua sans relâche, et sans augmentation, tout le temps que le cercle fut complet, etc.. La sensation désagréable, et que je craignis dangereuse, de la secousse dans le cerveau, a fait que je n'ai pas repété plusieurs fois cette expérience.

Reste le sens de l'odorat, que j'ai tenté jusqu'ici inutilement, avec mon appareil. Le fluide electrique, qui mis en courant dans un cercle complet de conducteurs, produit dans les membres et parties des corps vivants qui se trouvent comprises dans ce cercle, des effets correspondants à leur excitabilité; qui, stimulant particulièrement les organes ou nerfs du tact, du goût, de la vüe, et de l'ouie, y excite quelques sensations propres à chacun de ces sens, comme nous avons trouvé, ne produit, dans l'intérieur du nez, qu'un picotement plus ou moins douloureux, et des commotions plus ou moins étendues, selon que le dit courant est plus ou moins fort. Et d'où vient donc, qu'il n'y excite au-

Digitized by Google

cune sensation d'odeur, quoiqu'il arrive, comme il paroit, à stimuler les nerfs de ce sens? On ne peut pas dire, que le fluide électrique, par lui-même, ne soit pas propre à produire des sensations odorantes; puisque, lorsqu'il se repand dans l'air, en forme d'aigrettes, etc. dans les expériences ordinaires des machines électriques, il porte au nez une odeur trés-marquée, ressemblante à celle du phosphore. Je dirai donc, avec plus de ressemblance, et sur un fondement d'analogie avec les autres matières odoriférantes, qu'il faut justement qu'il se repande dans l'air, pour exciter l'odorat; qu'il a besoin, comme les autres effluves, du vehicule de l'air, pour affecter ce sens de la manière propre à y faire naître les sensations d'odeur. Or, dans les expériences dont il est question, c'est-à-dire, du courant électrique dans un cercle de conducteurs tous contigus, et sans la moindre interruption, cela ne peut absolument avoir lieu.

Tous les faits que j'ai rapportés dans ce long écrit, touchant l'action que le fluide électrique, incité et mu par mon appareil, exerce sur les différentes parties de nostre corps, que son courant envahit et traverse; action qui, au surplus, n'est pas momentanée, mais soutenue et durable pour tout le tems que, les communications n'étant point interrompues, ce courant suit son train; action, enfin, dont les effets varient suivant la différente excitabilité de ces parties, comme on a vu; tous ces faits, déjà assez nombreux, et d'autres qu'on pourra encore découvrir, en multipliant et variant les expériences de ce genre, vont ouvrir un champ assez vaste de réflexions, et des vuës, non seulement curieuses, mais intéressantes particulièrement la médecine. Il y en aura pour occuper l'anatomiste, le physiologiste, et le practicien.

On sçait, par l'anatomie qui en a été faite, que l'organe électrique de la torpille, et de l'anguille tremblante, consiste en plusieurs colonnes membraneuses, remplies d'un bout à l'autre d'un grand nombres de lames ou pellicules, en forme de disques très-minces, couchées les unes sur les autres, ou soutenues à de très-petits intervalles, dans lesquels coule, comme il paroit, quelque humeur. Or, on ne peut pas supposer, qu'aucune de ces lames soit isolante, comme le verre, les resines, la soye, etc. et moins encore, qu'elles puissent, ou s'électriser par frottement, ou être disposées et chargées à la manière de petits tableaux Franklinien, ou de petits électrophores; ni même, qu'elles soient d'assez mauvais conducteurs pour faire l'office d'un bon et durable condensateur, comme l'a imaginé Mr. NICHOLSON. L'hypothèse de ce savant et laborieux physicien, par laquelle il fait de chaque paire de ces pellicules, qu'il voudroit comparer à des feuilles de talc, autant de petits *électrophores* ou *condensateurs*, est, à la vérité trés-ingenieuse; c'est peut-être ce qu'on a imaginé de mieux pour l'explication des phénomènes de la torpille, en se tenant aux principes et lois connues jusqu'ici en électricité. Mais, outre que le mécanisme par lequel devroit s'opérer, pour chaque coup que ce poisson voudroit donner, la sépara-

Digitized by Google

tion respective des plateaux, de tous ou d'un grand nombre de ces électrophores ou condensateurs; devroient, dis-je, s'opérer toutes ces séparations à la fois, et s'établir, d'un côté une communication entr'eux de tous les plateaux *électrisés en plus*, et, de l'autre côté, une communication de tous ceux *électrisés en moins*, comme le veut Mr. NICHOLSON; outre que ce mécanisme trés-compliqué paroit trop difficile, et peu naturel; outre que la supposition d'une charge électrique, originairement imprimée, et si durable, dans ces pellicules faisant l'office d'électrophores, est tout-à-fait gratuite; une telle hypothèse tombe entièrement, vu que ces pellicules de l'organe de la torpille ne sont, et ne peuvent être, aucunement isolantes, ou susceptibles d'une véritable charge électrique, et moins encore capables de la retenir. Toute substance animale, tant qu'elle est fraiche, entourée d'humeurs, et plus ou moins succulente elle-même, est un assez bon conducteur: je dis plus; bien loin d'être aussi *cohibente* que les résines, ou le talc, aux feuilles du quel Mr. NICHOLSON cherche à comparer les pellicules dont il est question, il n'y a point, comme je me suis assuré, de substance animale vivante, ou fraiche, qui ne soit meilleur *déférente* que l'eau, excepté seulement la graisse, et quelques humeurs huileuses. Mais, ni ces humeurs, ni la graisse, sur-tout à demi fluide, ou fluide entièrement, comme elle se trouve dans les animaux vivants, peut recevoir une charge électrique, à la manière des lames isolantes, et la retenir; d'ailleurs, on ne trouve pas, que les pellicules et les humeurs de l'organe de la torpille soient graisseuses ou huileuses. Ainsi donc, cet organe, formé uniquement de substances conductrices, ne peut être rapporté, ni à l'électrophore ou condensateur, ni à la bouteille de Leyde, ni à une machine quelconque excitable, soit par frottement, soit par quelque autre moyen capable d'électriser des corps isolants, qu'on a toujours crus, avant mes découvertes, les seuls originairement électriques.

A quelle électricité donc, à quel instrument, doit-il être comparé, cet organe de la torpille, de l'anguille tremblante, etc.? à celui que je viens de construire, d'après le nouveau principe d'électricité que j'ai découvert il y a quelques années, et que mes expériences successives, sur-tout celles qui m'occupent maintenant, ont si bien confirmé, savoir, que les conducteurs sont aussi, dans certains cas, moteurs d'électricité, dans le cas du contact mutuel de ceux, de différente espèce, etc. à cet appareil, que j'ai nommé *Organe électrique artificiel*, et qui, étant dans le fond le même que l'organe naturel de la torpille, le ressemble encore pour la forme, comme j'ai déjà avancé.

Digitized by Google

NOTE DELLA COMMISSIONE

ED AGGIUNTE TRATTE DAI MANOSCRITTI DI A. VOLTA

Pubblichiamo questa nota interessante che si trova in J 83, *la quale, per argomento e per altri indizi (formato della carta, calligrafia, inchiostro), pare collegabile con una delle tante minute di questa lettera.* [*Nota della Comm.*].

J'ai trouvé en multipliant et variant de plusieurs manieres les preuves, que l'Argent pur ne surpasse que peu le Cuivre rouge en rapport à la vertu de faire passer, en conséquence du simple contact mutuel, de son fluide électrique, dans les autres métaux suivant cet ordre progressif, que j'avois déjà établi il y a long tems (Memoires sur le Galvanisme) c. à d. Fer, Etain, Plomb, et Zinc pour ne parler ici que de ces métaux le plus communs; tandis que des alliages d'Argent et Cuivre en differentes proportions, et même tels, que ce dernier l'emporte sur le premier, et en particulier certaines monnoyes de bas alloi, jouissent d'un pouvoir considerablement plus grand, que le simple Cuivre et l'Argent tout pur. Voila une chose bien remarquable. Il ne l'est pas moins que le Zinc, qui suivant le même ordre, est de tous les métaux le plus disposé à soutirer le fluide électrique, de sorte que l'Argent lui en donne beaucoup plus (à-peu-près le double) qu'à l'Etain et au Plomb, ce Zinc, dis-je, n'est poit sensiblement déterioré à cet égard, étant allié à une, deux, trois parties d'Etain, ou d'Etain et Plomb ensemble, je dirai plus, il est plutôt amelioré parquelqu'un de ces alliages.

Cela nous offre des grands avantages en ce que de tels alliages, où le Zinc n'entre que pour la moitié où en moindre proportion, ne sont pas à beaucoup près si fragiles et cassants que le Zinc seul; qu'on en peut tirer par conséquent des lames assez minces et pliables; qu'on peut même étendre ces compositions metalliques mieux fusibles sur des plaques d'Argent ou de Cuivre à la maniere d'une étamure, comme je l'ai executé pour plusieurs de ces plateaux destinés à la construction de mon appareil; et qu'enfin elles sont moins calcinables et sujettes à être rongés par les sels, quoique elles ne soient point encore exemptes de cet inconvenient, que leur communique le Zinc si aisément attaccable par tous les sels.

Je ne dois pas laisser de dire qu'on peut reconnoitre d'abord, et comparer l'action électrique, qu'exercent par leur contact mutuel tel metal simple, ou tel alliage, avec tel autre, ayant recours à l'épreuve des sensations de saveur qu'ils produisent appliqués, comme il convient, à la langue. A propos de quoi qu'il me soit permis de rappeler et epiloguer ici ce que j'ai etablis et amplement expliqué dans les Memoires, sus indiqués.

J'ai donc prouvé par les faits, qu'en general, lorsque deux métaux différents se touchent immediatement d'un coté; et qu'ils communiquent de l'autre par un, ou plusieurs conducteurs humides ils donnent occasion, ou pour mieux dire ils donnent le mouvement à un courant électrique, qui excite, soit les contractions des muscles (sur-tout volontaires), si

Digitized by Google

ces muscles, ou leurs nerfs se trouvant sur la route c. à d. faisant partie de ces cercles conducteurs, sont envahis par un tel courant; soit les sensations de saveur, de lumiere, etc. si les nerfs du goût, ou ceux de la vision en sont frappés: et qu'en particulier pour ce qui est des sensations de saveur, elles sont tout-à-fait différentes selon que le courant électrique est dirigé contre le bout de la langue, ou qu'il l'est en sens opposé, selon qu'il y entre, on qu'il en sort; que dans le premier cas c'est une saveur décidément acide; dans le second une saveur plus obscure, qu'on ne sent pas même, quelorsque le courant électrique est assez fort, et qui est alors plus ou moins acre, amere, et si non décidément alcaline, tirante à l'alcalin. On en fait communément peu d'attention à cette difference de saveur, sur laquelle pourtant j'ai beaucoup insisté la regardant comme un phenomene encore plus instructif que curieux, et fort interessant pour ma theorie: peut-être que la foiblesse de cette saveur dans la plupart des essays, de sorte qu'on ne l'aperçoit pas bien, a été la cause de cette negligeance.

Pour obtenir donc cette saveur, acre, amere, que je nomme alcaline, et l'obtenir assez forte, il faut s'y prendre d'une bonne maniere, et la meilleure est d'appliquer les deux métaux, qu'on doit choisir entre les plus actifs, de les appliquer immediatement l'un, c. à. d. celui qui soutire le fluide électrique de l'autre métal, au bout de la langue, et cet autre à son dos, et de les amener, tandis qu'ils se trouvent ainsi appliqués au mieux, au contact mutuel.

Pour montrer par des exemples combien il est plus difficile d'exciter la saveur alcaline, que l'acide, qu'on applique convenablement au dos de la langue une lame de cuivre, et une d'etain ou de plomb à son bout, et avec un peu de pression, on sentira sîtôt que ces deux métaux viendront au contact mutuel, une saveur acide decidée, et mediocrement vive, (qui augmentera pendant quelques instants et continuera tout le tems que dureront tous ces contacts); mais en renversant la position de ces métaux, on n'aura qu'une sensation peu marquée de l'autre saveur, l'alcaline. Que si on choisit mieux les métaux, si on prend Argent et Zinc, la saveur acide, lorsque ce dernier se trouvera appliqué au bout de la langue, sera très-forte, et presq'insupportable; et la saveur alcaline, lorsque au contraire le bout de la langue touchera à l'Argent, et le Zinc au dos, non moins piquante, et très desagréable.

On reconnoit ainsi, et on compare l'activité de differentes couples métalliques, la force avec la quelle le fluide électrique est poussé par eux, mieux qu'à l'épreuve de la saveur acide, qui est trop aisément excitée, et assez forte dans un grand nombre de combinaisons, à l'épreuve de la saveur acre, ou alcaline, qui ne commence à être sensible qu'avec l'accouplement des métaux assez puissants en vertu, et l'est encore peu avec celui de l'Argent avec l'Etain, comme on a vu. Ce n'est qu'avec le Zinc, accouplé à l'Argent, au Cuivre qu'on peut obtenir par le procedé decrit cette saveur forte, et piquante. Or donc comme j'ai trouvé, et me suis assuré par ces sortes d'épreuves, qu'on ne perd rien en substituant au Zinc pur des alliages d'une partie de ce metal avec 1, 2, 3 d'Etain, ou d'Etain et Plomb ensemble, qu'on y gagne peut-être par quelques uns de ces alliages; et qu'on gagne surement beaucoup en substituant à l'Argent pur des alliages d'Argent et Cuivre en differentes proportions, en substituant des monnoies de bas alloi, etc. on pourra aussi decouvrir par de semblables épreuves, par celles de la saveur alcaline sur-tout, d'autres alliages également bons, ou meilleurs, à l'égard de la vertu dont il s'agit et je ne doute gueres qu'en multipliant les essays on en trouve d'excellents, et preferables peut-être à d'autre egarde.

J'invite donc [1] et j'ose assurer qu'on ne se trompera jamais en attribuant aux couples metalliques, qui exciteront une plus forte saveur, un pouvoir plus grand d'in-

---

[1] *Breve lacuna nel Mns.* [*Nota della Comm.*]

Digitized by Google

citer le fluide électrique, et de le mettre en courant par leur contact mutuel d'un coté, et application avec des conducteurs humides de l'autre, on ne se trompera jamais en leur donnant la préférance pour la construction du grand appareil qui nous occupe, et qui n'est enfin autre chose, comme on voit, que cette même jonction de deux métaux differents suivis d'un conducteur humide, repetée plusieurs fois, une longue chaine ou suite alternative de ces trois éspeces de corps arrangés dans le même ordre.

Digitized by Google

Digitized by Google

Monsieur

à Côme
en Milanois ce 2.e Juin 1800.

Je vous ai écrit, Monsieur, et envoyé par le moyen de la Poste une longue lettre en date du 20.e Mars, dans laquelle je vous fais part des découvertes, que j'ai fait dernièrement en continuant mes expériences sur l'électricité excitée par le contact mutuel des conducteurs ~~électriques~~ de différente espece, surtout dans la classe des métaux. Cette lettre n'étoit qu'une partie d'un Mémoire beaucoup plus étendu sur ce sujet que j'avois ébauché, et que je n'ai pu encore finir, elle contenoit pourtant la principale découverte. J'espere que vous l'aurez reçue cette lettre, que je vous priois de communiquer à la Société Royale. Ainsi je me dispense d'écrire une seconde fois ce qu'elle contient, et de l'unir au présent écrit, que je vous envoye par le moyen du Mr. Zavarella Archiviaire de cette ville de Côme, qui va partir pour Londres, et veut bien se charger de cette commission. Je vous avois promis d'envoyer par cette occasion le Mémoire entier; mais la matiere s'étant trop accrue entre mes mains, et Mr. Zavarella étant pressé de partir, j'ai pris le parti de supprimer quelques articles de ce Mémoire, non seulement sur la fin, mais dans le corps même. Ce seront donc que des fragments détachés que je vous envoye, qui contiennent pourtant les choses principales, et qui n'exigeront de votre part que peu de peine pour être mis en ordre, et former un ensemble.

J'espere que mes découvertes, et mon appareil feront fortune dans ce pays-ci. Je suis impatient d'entendre qu'on ait répété mes expériences avec succès, qu'on ait même construit de appareils plus grands, que ceux que j'ai construit. Je me recommande pour cela en particulier à Mrs. Cavallo, Bennet, et Nicholson, auxquels la théorie autant que la pratique de l'électricité doit beaucoup de ses progrès.

J'ai l'honneur d'être avec les sentiments d'estime et de respect

Monsieur

Votre très-humble très-obéissant
serviteur Alexandre Volta.

Lettera privata a Sir J. Banks
(*conservata alla Roy. Soc. di Londra, comunicata dal prof. S. Thompson — da* Cart. Volt. E 75).

Digitized by Google

UNIV. OF
CALIFORNIA

Digitized by Google

Aggiungiamo quì in facsimile e trascritta la lettera privata del V. a Sir J. Banks a seguito e presentazione della precedente lettera-memoria.

Questa lettera privata ci fu cortesemente comunicata dal Prof. Silvanus Thompson. [*Nota della Comm.*].

Monsieur

à Côme
en Milanois ce 1.er Avril 1800.

Je vous ai ecrit, Monsieur, et envoyé par le moyen de la Poste une longue lettre en date du 20.e Mars, dans laquelle je vous fais part des découvertes, que j'ai fait dernierement en continuant mes expériences sur l'électricité excitée par le contact mutuel des conducteurs électriques de differente espece, sur-tout dans la classe des metaux. Cette lettre n'étoit qu'une partie d'un Memoir beaucoup plus étendu sur ce sujet, que j'avois ébauché, et que je n'ai pu encore finir; elle contenoit pourtant la principale découverte. J'espere, que vous l'aurez reçue cette lettre, que je vous priois de communiquer à la Societé Royale. Ainsi je me dispense d'écrire une seconde fois ce qu'elle contient, et de l'unir au présent écrit, que je vous envoye par le moyen de Mr. GAROVALLIO, apoticaire de cette ville de Côme, qui va partir pour Londres, et veut bien se charger de cette commission. Je vous avois promis d'envoyer par cette occasion le Memoir entier; mais la matiere s'étant trop accrüe entre mes mains, et Mr. GAROVALLIO étant pressé de partir, j'ai pris le parti de supprimer quelques articules de ce Memoir, non seulement sur la fin, mais dans le corps meme. Ce ne sont donc que des fragments détachés que je vous envoye, qui contiennent pourtant les choses principales, et qui n'exigeront de votre part que peu de peine pour être mis en ordre, et former un ensemble.

J'espere que mes découvertes, et mon appareil feront fortune dant ce pays-ci. Je suis impatient d'entendre qu'on ait repeté mes expériences avec succès, qu'on ait même construit des appareils plus grands, que ceux que j'ai construit. Je me recommande pour cela en particulier à Mr. CAVALLO, BENNET et NICHOLSON, auxquels la théorie aussibien que la pratique de l'Electricité doit beaucoup de ses progrès.

J'ai l'honneur d'être avec les sentiments d'estime et de respect, Monsieur

Votre très-humble, très-obéissant
Serviteur ALEXANDRE VOLTA.

Digitized by Google

Copley Giovanni S., 200.
Corradi Alfonso, XVII.
Cossali Pietro, XVIII.
Cottunio (Cotugno) Domenico, 19.

D'Ancona Alessandro, 287.
Delfico De-Filippis Traiano, XXVII.
Delfico Orazio, XXVII, 335, 336.
De Luc Giovanni Andrea, 301.
Des Hais, 22.
Doria Villani, 11.
Du Fay Carlo Francesco, 22.

Fiorentino Aristide, XX, XXI.
Fontana Felice, 149, 160, 161, 274.
Forskal Pietro, 18.
Fossati Francesco, XVII.
Frank Giampietro, 557.
Franklin Beniamino, 24.

Galileo IX, XI.
Galvani Luigi, XII, XIII, 3, 12, 15, 17, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 35, 36, 39, 43, 45, 47, 52, 54, 57, 58, 60, 61, 64, 65, 66, 79, 113, 114, 115, 116, 117, 121, 123, 124, 129, 146, 147, 151, 152, 156, 157, 165, 166, 167, 169, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 182, 187, 188, 192, 193, 200, 203, 204, 254, 255, 257, 264, 267, 272, 273, 274, 275, 277, 278, 281, 282, 289, 290, 291, 292, 303, 308, 309, 310, 325, 337, 338, 339, 341, 362, 363, 364, 367, 368, 401, 417, 463, 480, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 533, 539, 554, 555, 578.
Gardini Giuseppe Francesco, 21, 22.
Garavaglia Giovita, IV-V, XXVI.
Garovallio, 587.
Gehler Giovanni Francesco T., 362, 539, 540.
Gherardi Silvestro, XIII.
Gmelin Giovanni Federico, 361.
Grassi Francesco, XX, XXI.
Gravesande Guglielmo Giacomo, 9.
Gren Federico Alberto Carlo, XII, XXVII, 304, 334, 347, 362, 391, 392, 393, 397, 415, 433, 450, 460, 519, 523, 524, 525, 526, 527, 531, 532, 533, 534, 535, 539, 540, 541, 542, 544, 545, 550.

Hajech Camillo, XIV.
Haller Alberto, 21, 22, 23, 341.
Henley Guglielmo, 3, 38, 51, 177, 363.
Hoepli Ulrico, XXI.
Huber, 22.
Humboldt Alessandro, 397, 402, 407, 533, 539, 557.

Kaestner Abramo G., 154.
Kessler, 22.
Kirkmeyer, 361.
Klaproth Martino Enrico, 351.
Krayenhoff Cornelio, 49.
Kuhn Carlo, 163.

Landriani Marsiglio, 557.
Le Camus, 22.
Le Cat Claudio Nicola, 22.
Le Noir de Nanteuil, 1, 8.
Leonardo, IX.
Licthenberg Giorgio Cristoforo, XVI, 347.
Linneo Carlo, 9.
Lorgna Anton Maria, XVIII.
Loria Gino, XXI.

Macquer Pietro Giuseppe, 58.
Magrini Luigi, XII, XIII, XIV, XVII, 564.
Mahon Stanhope Carlo (Lord Mahon), 47.
Mangili Giuseppe, 274.
Marelli, 151.
Mascheroni Lorenzo, 419.
Matteucci Carlo XIII.
Mayer Giovanni, XXVII, XXVIII, 129.
Mocchetti Francesco, XVII, XXVII, 343, 345, 347, 359, 361, 362, 368, 375, 381, 382.
Monge Gaspare, 525.
Monnier, 24.
Montanari Giuseppe Ignazio, XVII, XXVII.
Morlacchi Cesare, XXI.
Musschenbroek Giovanni, 9.

Naccari Andrea, VII, X.
Newton Isacco, XI, 21.
Nicholson Guglielmo, 420, 435, 467, 475, 491, 493, 495, 497, 540, 544, 581, 582, 587.
Nobili, XXVII.
Nobili Leopoldo, XI.
Nollet Giovanni Antonio, 19, 24.

Occella F., XXVII.
Ostinelli Carlantonio, XXVII.

Digitized by Google

Paets van Troostwijk Adriano, 49.
Palletta Giovanni Battista, 27.
Pfaff Cristiano Enrico, 304, 347, 351, 352, 361, 418, 545, 546.
Planta, 202.
Plinio, 9.
Prevost Pierre, 545.
Priestley Giuseppe, 161.

Rava Luigi, x.
Re Giuseppe, 337, 420.
Read, 508.
Rezia Giacomo, 26.
Riccardi Pietro, x, xvi.
Righi Augusto, ix.
Rossetti Francesco, xvi.
Rozier, xii.

Salvioni Carlo, xix, xxi.
Saussure Orazio Benedetto, 19, 28, 496, 498, 552.
Sauvages (de La Croix), 22.
Savorini V., xxvii.
Scasso, 173.
Schiaparelli Giovanni V., xiv.
Schmuck Edmondo Giuseppe, 22.
Scopoli Giovanni Antonio, 58.
Senebier Giovanni, xvi.
Sijthoff A. W., xxvii.
Somigliana Carlo, vii, x.
Sozzani Adolfo, vii, xxi.
Spallanzani Lazzaro, 151, 522.
Sulzer Giovanni Giorgio, 152, 154, 155, 156.

Tabarrini Marco, xi.
Thompson Silvano, 200, 587, xvi.
Tommaselli Giuseppe, 111, 113, 116, 118, 297, 308, 523.
Tonso Alessandro, 19.
Tralles Giovanni Giorgio, 20.

Valli Eusebio, 27, 255, 256, 257, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 298, 316, 368, 411.
Van Marum Martino, xii, xiii, xviii, xxvii, 119, 129, 131, 142, 160, 256, 297, 298, 309, 339, 392, 459, 460, 493, 523.
Van Mons Giovanni Battista, xii, 392, 559.
Vassalli Anton Maria, xvii, xxviii, 13, 19, 20, 21, 36, 129, 259, 261, 263, 269, 287, 311, 315, 327, 334, 347, 353, 387, 389, 409, 411, 413, 417, 418, 490, 522, 523, 525, 526, 527, 529, 533, 545, 546.
Viano (di) Giulio, 460.
Volta Alessandro, *jun.*, vii, ix, xiv, xvii, xviii, xx, 564.
Volta Luigi, vii, xx, xxi.
Volta Zanino, xiv, xvii.
Volterra Vito, vii, x.
Walsh Giovanni, 9, 10, 11.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

IBRARY
KELEY

RETURN TO ➡ CIRCULATION DEPARTMENT
202 Main Library

LOAN PERIOD 1 HOME USE	2	3
4	5	6

ALL BOOKS MAY BE RECALLED AFTER 7 DAYS
Renewals and Recharges may be made 4 days prior to the due date.
Books may be Renewed by calling 642-3405.

DUE AS STAMPED BELOW

AUTO DISC DEC 1 5 1990		
MAR 23 1998		
MAY 23 98		

UNIVERSITY OF CALIFORNIA, BERKELEY
FORM NO. DD6 BERKELEY, CA 94720

Digitized by Google

OCT 10 1938 Goudal JUL 24 39
MAY 2 1939 JUL 24 39

QC517
V6
1918
UNIVERSITY OF CALIFORNIA LIBRARY
V. 1

GENERAL LIBRARY - U.C. BERKELEY
B000963910

Digitized by Google